

ESSAI ANALYTIQUE
SUR L'AIR PUR,
E T
LES DIFFÉRENTES ESPÈCES D'AIR.

TOME PREMIER.



ESSAI ANALYTIQUE
SUR L'AIR PUR,
E T
LES DIFFÉRENTES ESPÈCES D'AIR:

Par M. DE LA METHERIE, *Docteur en Médecine, & Membre des Académies de Dijon & de Mayence.*

SECONDE ÉDITION.

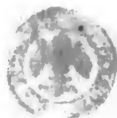
TOME PREMIER.





A PARIS,
Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente.

M. DCC. LXXXVIII.
Avec Approbation & Privilége du Roi.





AVANT-PROPOS.

La première Edition de cet Ouvrage, qui a paru en 1785, étant épuiſée, j'ai cherché à rendre celle-ci plus digne d'être offerte au Public. Les nombreuſes diſcuſſions qui ſe ſont élevées depuis deux ans, ont éclairci quelques faits. On a répété les Expériences, & on les a mieux vues. Quoiqu'il exiſte encore beaucoup de choſes conteſtées dans cette belle partie de la Philoſophie naturelle, cependant nos connoiſſances ſont plus avancées. Je les ai réunies ici ſous un ſeul tableau, parce que ce n'eſt qu'en voyant l'enſemble des œuvres de la nature, qu'on peut mieux en ſaiſir la marche.

Cette méthode m'a forcé à quelques répétitions que je n'ai pu éviter.

Cultivant les Sciences ſeulement pour elles-mêmes, ennemi de tout eſprit de parti, je recherche la vérité de bonne foi. Je ſuis bien éloigné de croire que je ne puiſſe me tromper. Mais ne m'étant décidé que par des faits, je me retracterai dès que d'autres faits détruiront ceux-ci.

Naturam quærere rerum,
Semper, & inventam patriis exponere chartis.
LUCRET.



TABLE

DES CHAPITRES

Contenus dans ce premier Volume.

Fin de la Table du Tome I.



ESSAI



ESSAI ANALYTIQUE
SUR L'AIR PUR,
ET
LES DIFFÉRENTES ESPÈCES D'AIR.

INTRODUCTION.

PLUS une Science fait de progrès, plus les faits s'y multiplient, plus il eſt néceſſaire de les rapprocher, de les généraliſer, & de chercher à établir des principes certains. Les nombreuſes expériences qui ont été faites depuis quelques années, ſur les différentes eſpèces d'air, m'ont paru rendre ce travail encore plus néceſſaire dans cette matière que dans aucune autre. C'eſt ce que j'ai tâché de faire dans ces réflexions.

La nature de l'air nous eſt cachée, comme celle de toutes les autres ſubſtances, dites

Tome I. A

éléments, & sans doute nous le sera toujours. Nous ne saurions pénétrer dans l'essence des êtres, dont nous ne connoissons que quelques qualités.

Quoique je ne voulusse m'occuper que de l'air, je me suis bientôt apperçu qu'il étoit impossible de l'envisager seul, & qu'il falloit y joindre des considérations sur les autres substances, dites élémentaires, parce que dans la nature elles sont toujours mélangées. Nous ne connoissons point de terre pure. L'eau contient toujours du feu, de l'air, &c. L'air n'est jamais sans eau : il est d'ailleurs pénétré par la matière du feu, la matière électrique, &c. Mais nous considérons ici principalement les combinaisons de l'air avec la matière du feu, parce que c'est de ces combinaisons que paroissent naître toutes les différentes espèces d'air.

On ne peut donc traiter des airs sans parler du feu. M. Priestley, à qui cette partie de la Physique doit un si grand nombre de belles découvertes, ainsi que M. Schéele, ont vu, dès les premiers pas qu'ils ont faits dans cette carrière, que le feu & le principe inflammable y jouoient un rôle essentiel; & ils l'ont constaté par une multitude d'expériences. Tous les Physiciens ont reconnu cette même influence du feu dans ces phénomènes. Je serai donc

aussi obligé d'en parler. Mais je n'en dirai que les choses qui me paroissent nécessaires pour bien saisir les modifications qu'il fait éprouver à l'air.

La matière qui compose les corps ne nous est point connue. Nous n'appercevons que des composés, sans pouvoir arriver jusqu'aux substances dont ils sont formés.

Les premiers principes des corps naturels ont toujours été l'objet des recherches des Philosophes. Héraclite, & toute l'école du Portique, regardoient le feu comme le seul premier principe. Les Prêtres d'Egypte & Thalès, qui avoit puisé chez eux toute sa doctrine, ont attribué cette qualité à l'eau; Anaximandre la transporta à la terre, & Anaximène à l'air: enfin, Empedocte, Aristote, &c. ont admis comme corps élémentaires l'eau, le feu, l'air & la terre.

Ce dernier sentiment a été le plus généralement suivi. Effectivement, dans l'analyse que la chimie a faite des divers corps naturels, elle n'en a jamais retiré que de l'air, de l'eau, de la terre, & la matière du feu qui s'y montre par-tout. Il se peut néanmoins que ces principes se décomposent dans les grandes opérations de la nature, & que l'art même les ait décomposés; car ils sont formés d'autres

principes, les vrais éléments de la matière ; au lieu que ceux-ci ne sont *éléments que pour nous :* & toutes ces combinaisons peuvent se détruire comme celles que nous connoissons, & que nous voyons journellement se décomposer pour en former de nouvelles. Il est également possible qu'elles ne se détruisent point, parce que les combinaisons qui naîtroient seroient peut-être toutes différentes de celles qui subsistent. On a eu recours à l'expérience, qui seule doit nous décider dans la Philosophie naturelle : & de grands Physiciens ont cru reconnoître que ces *prétendus éléments* se décomposoient réellement & se recomposoient. Ainsi, dans cette hypothèse, il n'y auroit d'autres éléments que les parties premières de matière. Mais quelles sont ces parties ?

« Les premières parties de matière, a dit » Newton, paroissent devoir être solides, mas» sives, dures, impénétrables, mobiles. Elles » sont si dures, qu'elles ne s'usent ni ne se » rompent jamais ; car si elles venoient à s'user » ou à être mises en pièces, la nature des » choses qui en dépend, changeroit infailllible» ment. L'eau & la terre, composées de vieilles » particules usées, & de fragments de ces par» ticules ne seroient pas à present de la même » nature & contexture, que l'eau & la terre

» qui auroient été composées au commence- » ment des particules entières, & par consé- » quent afin que la nature puisse être durable; » l'altération des corps ne doit consister qu'en » différentes séparations, nouveaux assemblages » & mouvements de ces particules perma- » nentes ».

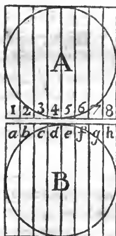
Dans l'état de nos connoissances, nous ne pouvons rien ajouter à ces idées de l'immortel Newton.

Ces parties premières ont toutes une force propre inhérente (1) qui les meut sans cesse, à moins que cette force ne se trouve en opposition avec quelqu'autre, ce qu'on appelle *in nisu*. Cette force est toujours subsistante, ne se détruit jamais, & lorsqu'elle paroît anéantie, elle est seulement *in nisu*. C'est ce que prouvent tous les phénomènes que présente la chimie. Un acide, par exemple, quelqu'actif qu'il soit, perd toute, ou presque toute son énergie, en se combinant. Mais si on le dégage de cette combinaison, il reparoît avec son activité première. Par exemple, qu'on verse de l'acide

(1) Voyez mon Mémoire sur les Elémens (Journal de Physique 1781, *tome* 1), celui sur la Cristallisation (*ibid.* *tome* 2), & celui sur le mouvement des Liquides (*ibid.* 1786, *tome* 1).

vitriolique ſur du ſel marin ; il va ſe dégager des vapeurs ſous forme de fumées blanches, qui ne ſont autre choſe que l'acide marin. Sa force n'avoit donc pas été détruite ; elle étoit ſeulement *in niſu*. Nous pouvons dire la même choſe d'un alkali. Qu'on dégage par l'intermède de la chaux, l'alkali volatil du ſel ammoniac, cet alkali reparoîtra avec toute ſa volatilité ordinaire : ſa force n'étoit donc qu'*in niſu*. Il ſeroit inutile de multiplier ces faits, qui ſe préſentent ſans ceſſe au chimiſte.

C'eſt en vertu de cette force que les parties de matière cherchent à ſe combiner. Car deux de ces parties, animées chacune de leurs forces propres, & dont les directions ſont oppoſées, ſe combineront, s'uniront, ſi elles ſe rencontrent, & que leurs figures ne s'oppoſent pas à cette combinaiſon. Soient deux parties cubiques *A*, *B*, comme celles du ſel marin : il eſt certain que ſi elles ſe rencontrent, étant animées chacune d'une force dont les directions ſoient oppoſées, elles s'adhéreront ; ſi au contraire, ces parties



étoient ſphériques, elles ne pourroient contracter adhérence que très-difficilement, parce qu'il faudroit qu'elles ſe rencontraſſent préciſément aux points ſ, e ; & il y a l'infini du ſecond ordre que cela ne ſera pas ; autrement elles gliſſeroient, & rouleroient l'une ſur l'autre.

Mais il peut ſe préſenter pluſieurs cas. Si les deux parties ſe rencontrent aux centres ſ & *e*, & que leurs forces ſoient égales, elles formeront un tout immobile. Si les forces ſont inégales, le tout continuera de ſe mouvoir en ligne droite dans la direction de la plus forte. Enfin, ſi elles ne ſe rencontrent pas aux points ſ & *e*, mais à ceux 2 & *g*, il en réſultera un mouvement gyratoire, qui dépendra de la nature des forces.

C'eſt ce dernier cas qui doit avoir lieu le plus ſouvent dans la nature. Toutes les parties premières de matière, lorſqu'elles ſe combinent, ne ſauroient toujours ſe rencontrer dans leurs centres de maſſe ; leurs forces ne ſont pas toujours égales : par conſéquent ces nouveaux compoſés conſerveront le plus ſouvent des mouvements gyratoires.

Telle me paroît être la cauſe de l'activité de toutes les ſubſtances, dites élémentaires, ſur-tout du feu. Elles ſont animées ſans ceſſe d'une force plus ou moins conſidérable : &

c'eſt en vertu de cette force qu'elles ſe combinent, s'uniſſent, criſtalliſent, ſuivant telle ou telle forme.

La nature de leurs figures influera enſuite ſur ces différentes combinaiſons ; car, comme je viens de le dire, des molécules dont les ſurfaces ſont planes, ou l'une concave, & l'autre convexe, s'uniront avec facilité ; tandis qu'il eſt preſque impoſſible que des molécules ſphériques, ſphéroïdes, en un mot, à ſurfaces curvilignes, puiſſent ſe combiner ; puisqu'il n'y a que deux points dans toutes leurs ſurfaces, ſavoir, les deux extrêmités du diamètre qui ſe trouve dans la direction de leurs forces, où cette union puiſſe avoir lieu : & quand même cette union s'opéreroit quelquefois, elle ſeroit auſſi-tôt briſée par le mouvement des autres parties.

C'eſt dans cette force première, cette force propre à toutes les parties de matière, qu'il faut rechercher la cauſe des affinités chimiques. De grands Philoſophes ont voulu la retrouver dans l'attraction. Mais l'attraction elle-même ne doit être conſidérée que comme un effet général, & non point comme une cauſe phyſique, ainſi que l'a dit Newton lui-même : *quam ergo attractionem appello, fieri ſanè poteſt, ut ea efficiatur impulſu, vel alia aliqua*

causa nobis ignota. Il n'est point du tout philosophique de suppôser des corps agir les uns sur les autres, sans se toucher médiatement ou immédiatement, & de supposer que cette action augmentera ou diminuera, suivant que leurs distances varieront. D'ailleurs on est obligé de supposer différentes loix dans l'attraction. Son action, qu'on suppose dans les grands corps, en raison des masses & de l'inverse des quarrés de distances, est supposée en raison inverse des cubes des distances dans les petites distances. Enfin, pour expliquer le mouvement de liquidité, de fluidité, & tous les phénomènes qui en dépendent, on a été obligé de supposer encore que dans certaines circonstances il y a une force de répulsion entièrement opposée à l'attraction. On veut que les molécules des liquides, par exemple, se repoussent, tandis que celles des solides s'attirent.... Toutes ces hypothèses sont bien éloignées de la bonne manière de philosopher. N'admettons donc, avec Newton, l'attraction que comme un *effet général*, & non point *comme cause*.

Je sais qu'il est difficile d'expliquer par l'impulsion, tous les phénomènes de la nature. Mais nous sommes bien éloignés de connoître toutes les loix du mouvement, sur tout les loix des fluides, comme je l'ai fait voir dans

le Mémoire cité ci-dessus. Avouons notre ignorance ; mais n'allons pas admettre une cause qui ne seroit nullement physique.

Cependant, en étudiant bien les loix des fluides, telles que l'observation nous les présente dans les grandes opérations de la nature, peut-être parviendrons-nous à des explications mécaniques. C'est où doivent tendre tous les efforts du Philosophe.

Quant à la cause même de la fluidité, qui doit être regardée comme une des plus actives de la nature, puisque suivant l'ancien axiome, *corpora non agunt nisi sint soluta ; les corps n'agissent pas s'ils ne sont fluides*, bien loin de l'aller chercher dans la répulsion des différentes parties de matière, nous la trouverons dans le mouvement gyratoire dont nous avons parlé, & la figure sphérique ou presque sphérique des parties de ces corps. Car il est clair que de pareilles molécules sphériques ou presque sphériques, animées d'un mouvement gyratoire ne sauroient contracter de l'union ni se combiner ; & que dès qu'elles viendront à se toucher, elles se repousseront. Or cette fluidité comme nous le verrons, ne vient que de la matière de la chaleur, puisque tous les corps assez dépouillés de chaleur seroient solides. Ce sera donc cette matière de la chaleur qui donnera

constamment la figure sphérique aux molécules des fluides. Elles ont encore la même figure sphérique lorsqu'elles sont réduites à l'état de vapeurs vesiculaires par un excès de chaleur.

La figure sphérique ne paroît donc appartenir aux corps, que dans leur état de fluidité ou de vapeurs vésiculaires, & elle ne leur est donnée que par une matière étrangère, la matière de la chaleur.

Dans leur état naturel, les molécules des autres corps doivent avoir une figure bien différente, comme le prouve leur cristallisation. Car des molécules sphériques ne pourroient donner des figures régulières comme celles de tous les cristaux, & tout cristallise dans la nature. L'or, l'argent, le plomb, & presque tous les métaux, paroissent cristalliser en cubes, en octaèdres. Le sel marin cristallise en cube, l'alun en octaèdre, l'argent gris en tétraèdre, le spath calcaire en rhombe, &c. Il faut donc que leurs molécules intégrantes aient des figures qui puissent donner celles-ci. Or des molécules sphériques ne le pourroient pas. On conçoit même difficilement qu'elles pussent se combiner ; ou plutôt elles ne le pourroient nullement. Il faut donc supposer avec MM. de Romé de Lisle, Haüy, &c. que toutes ces

figures premières font tétraèdres, rhomboïdales, cubiques, octaèdres, &c. car on conçoit bien que des parties cubiques, par exemple, comme celles du sel marin, animées d'une force impulsive quelconque, & venant à se toucher par leurs surfaces planes dans des directions opposées à celles de leurs forces, doivent contracter de l'adhérence & former une masse par les seules loix de l'impulsion.... Les figures primitives modifiées, soit par des troncatures, soit par des additions, donneront toutes les variétés que présentent les différens cristaux.

Ces diverses substances, savoir les métaux, les sels, les pierres, &c. étant fondues ensuite & volatilisées par un assez grand coup de feu, leurs molécules prendront la forme sphérique. Mais cette figure leur sera étrangère, & sera un effet de l'action de la matière de la chaleur, comme nous le dirons ailleurs.

Mais nous abandonnons dans ce moment ces idées spéculatives, pour revenir à nos substances, dites élémentaires.

DU FEU.

Tous les Philosophes de l'antiquité ont constamment regardé le feu comme la matière la plus active de la nature. Ils l'ont appelé l'ame du monde, & la plupart des peuples lui ont rendu un culte, parce qu'ils croyoient que c'étoit lui qui animoit l'univers, en perpétuoit le mouvement, & en opéroit les plus grands phénomènes.

Néanmoins ils étoient bien éloignés d'avoir des notions exactes sur cette substance. Chaque philosophe avoit son opinion à cet égard; & dans ces derniers temps que la philosophie naturelle a fait de si grands progrès, nous ne sommes guère plus avancés sur la connoissance de la nature du feu. Nous sommes seulement fondés à soutenir l'opinion des anciens, que la matière du feu est la plus active de toutes celles que nous connoissons, & que c'est elle qui entretient le mouvement dans l'univers.

Les uns ont regardé la matière du feu comme identique avec celle de la lumière : les autres l'ont cru différente de celle de la lumière : ceux-ci veulent que le feu diffère de la matière de la chaleur : ceux-là enfin préten-

dent qu'il n'exiſte point de matière du feu ni de la chaleur, & que le feu, la chaleur, l'ignition ne ſont que des effets d'un mouvement vif, excité entre les parties des corps échauffés.

Boerhaave, qui a ſenti toutes ces difficultés, s'eſt attaché particulièrement à décrire les phénomènes qui annoncent la préſence du feu. Il en aſſigna cinq principaux; 1°. la chaleur; 2°. la lumière; 3°. la couleur; 4°. la dilatation ou la raréfaction, tant des liquides que des corps ſolides; 5°. la combuſtion, la fuſion, &c. Mais il fait voir que chacun d'eux en particulier eſt très-équivoque; car premièrement il peut y avoir lumière & couleur ſans chaleur, telle eſt la lumière de la lune, celle des bois phoſphoreſcens, &c. Secondement, il peut y avoir chaleur, & chaleur brûlante, ſans lumière. Une maſſe métallique peut être échauffée au point de brûler, ſans néanmoins qu'elle donne de la lumière. La combuſtion & la fuſion ſont les derniers effets de la chaleur, qui peut par conſéquent être, ſans être portée à ce point; & même il peut y avoir fuſion ſans chaleur. De la glace ſur laquelle on verſe de l'acide nitreux, fond, quoique le froid augmente. Enfin la raréfaction ou la dilatation n'eſt pas une qualité excluſive aux corps échauf-

fés, puisque l'eau en se congelant se raréfie prodigieusement. Chacun de ces signes par conséquent, ne peut en particulier indiquer la présence du feu. On n'en sera sûr que quand ils seront réunis.

Mais la question la plus intéressante par rapport à notre objet, est de savoir ce que sont ce feu, cette lumière & cette chaleur. Sont-ils la même substance? sont-ils des substances différentes? ou enfin, ne sont-ils que des modifications des corps échauffés, des corps en combustion?

Roger Bacon ne vouloit point admettre d'élément du feu, de fluide igné; & son opinion a été embrassée par beaucoup de Physiciens. Suivant eux, la production de la chaleur & l'inflammation des corps sont les effets du mouvement qu'on excite entre leurs parties. Deux corps durs frottés avec force l'un contre l'autre s'échauffent, & contractent une chaleur assez vive pour s'enflammer, s'ils sont combustibles. On fond & on calcine l'acier, en le frottant contre l'angle aigu d'un caillou. On fait rougir une barre de fer en la frappant à coups redoublés avec un marteau. Deux morceaux de bois frottés avec force s'enflammeront. Les grandes machines, dont les frottemens sont considérables, prendroient feu, si on ne les

garantissoit par des précautions convenables, &c. Enfin, la lumière solaire & le feu de nos foyers ne produisent de la chaleur, disent ces Physiciens, que parce qu'ils mettent en mouvement les parties des corps.

Si on n'examinoit cette question que sous ces rapports, il seroit peut-être difficile de prouver que ces causes ne fussent suffisantes pour produire la chaleur & l'ignition. Mais la chimie nous présente un grand nombre de phénomènes, qui ne permettent pas de douter que la chaleur ne soit une substance réelle, un principe absolument indépendant du mouvement des corps. Ce principe se combine & produit tous les phénomènes que présente la chaleur. Nous allons en rapporter quelques exemples.

La chaux d'argent, qui est très-blanche, exposée à la lumière du soleil, se colore & devient brune : la plupart des chaux métalliques éprouvent la même altération.

L'acide nitreux, parfaitement blanc, se colore & devient rutilant lorsqu'il est exposé à la chaleur, soit celle de nos foyers, soit celle des rayons solaires. Les mêmes procédés colorent l'acide marin.

J'ai versé une dissolution d'or dans l'eau régale, sur du papier blanc, & l'ai exposée à la lumière ;

lumière, il eſt devenu pourpre: un autre papier également humecté de la même diſſolution, & conſervé dans l'obſcurité, n'a pas changé de couleur.

Nous verrons que la lumière ſe combine également dans les végétaux & les animaux, & devient un de leurs principes conſtituants.

La chaux vive eſt tellement pénétrée de la matière de la chaleur, qu'en l'humectant légèrement, on apperçoit à l'obſcurité, dans ſes gerçures, du véritable feu, capable de brûler & d'enflammer les corps.

Tous ces faits, & un grand nombre d'autres que nous aurons occaſion de voir, prouvent que dans toutes ces opérations, il y a réellement une nouvelle matière combinée. Il s'agit de rechercher quelle eſt cette ſubſtance.

La lumière, ainſi que nous venons de l'expoſer, produit à peu près le même effet que le feu. Les rayons du ſoleil ou de la lumière, ramaſſés au foyer du miroir ardent, brûlent comme le feu. Elle ſe combine dans les corps ainſi que le feu, &c.

Le feu, d'un autre côté, paroît avoir une ténuité égale à celle de la lumière : il traverſe les corps même les plus denſes. Enfin, le feu & la lumière paroiſſent poſſéder beaucoup de qualités communes. Seroient-ils la même

ſubſtance ? le feu & la lumière ne ſeroient-ils que différens effets du mouvement d'un ſeul fluide, qu'on appellera fluide igné, ou fluide lumineux ?

Il eſt certain que la matière de la lumière & la matière de la chaleur ſont différentes, comme nous le verrons. Par conſéquent ſi on ſuppoſoit que la matière de la chaleur eſt identique avec la matière du feu, ainſi que l'ont cru & le croyent beaucoup de Phyſiciens, il faudroit diſtinguer la matière du feu de celle de la lumière.

Mais ſi l'on veut regarder la matière du feu comme une ſubſtance élémentaire, ainſi qu'on l'a toujours cru, on ne ſauroit plus le confondre avec la matière de la chaleur, qui paroît un compoſé, & dès-lors il faudra diſtinguer la matière du feu de celle de la chaleur.

Toutes les diſputes des Phyſiciens ſur l'identité ou la différence de la matière du feu & de la lumière, ne roulent que ſur ce que les uns confondent le feu avec la chaleur, & les autres l'en diſtinguent. Les premiers doivent pour lors regarder le feu comme différent de la lumière, parce que la chaleur en eſt réellement très-différente. Les ſeconds, au contraire, diront que le feu & la lumière ſont la même ſubſtance.

Mais en regardant le feu comme une ſubſ-

tance élémentaire & distincte de la matière de la chaleur, est-il réellement la même matière que la lumière ? ou sont-ils deux fluides particuliers ?

DE LA LUMIERE.

TOUT étant lié dans la nature, le Philosophe est souvent obligé d'en embrasser l'universalité, quoiqu'il n'en voulût considérer qu'un seul phénomène. C'est ce qui arrive dans la question présente : voulant traiter de la nature du feu, il faut parler de celle de la lumière.

Deux sentimens partagent aujourd'hui les Savans sur la nature de la lumière. Newton & toute son école la regardent comme une émission du corps lumineux. Le corps qui brûle, ou plutôt qui éclaire, lance au loin une substance infiniment déliée, qui se meut avec une vîtesse prodigieuse toujours en ligne droite en rayons divergents, &c. Cette émission approche de celle des corps odorants, qui lancent de la même manière des molécules qui vont porter les odeurs au loin.

Schéele a embrassé ce sentiment : mais il a considéré la question en chimiste. Il pense que

la lumière est composée d'air pur & de phlogistique.

Tous les autres Philosophes croient qu'il existe un fluide lumineux. La lumière, suivant ce dernier sentiment, est produite par un mouvement d'oscillation excité dans ce fluide, ainsi que les sons sont l'effet d'un pareil mouvement d'oscillation excité dans l'air.

L'existence de la matière éthérée ne pouvant être niée, & étant reconnue par Newton lui-même, on ne doit pas admettre d'autre fluide lumineux que celui-là, s'il satisfait à tous les phénomènes que présente la lumière, aussi bien que le systême de l'émission (1). Or on a fait voir que les phénomènes de la lumière s'expliquent tout aussi-bien, & même beaucoup mieux en admettant un fluide particulier, qui est ébranlé par le corps lumineux, ainsi que l'air l'est par le corps sonore, qu'en admettant un écoulement de particules projetées par le corps lumineux. Les couleurs ne seront pour lors que des modifications de ce mouvement d'ébranlement ou d'oscillation, ainsi que les différens

(1) On évite pour lors toutes les difficultés considérables que présente cette émission, si bien développées dans plusieurs Ouvrages, & sur-tout dans celui de MM. de Marivetz & Goussier.

tons ne sont que des modifications du mouvement oscillatoire de l'air. Le prisme ne fera appercevoir différentes couleurs dans un même rayon qu'à raison de sa différente épaisseur; ainsi qu'une masse d'air ne donne différens tons dans l'orgue, par exemple, qu'à raison des différences de diamètres & de longueurs des tuyaux qu'elle enfile.

Cette matière éthérée peut donc être regardée comme le fluide lumineux; & c'est sous ce rapport que nous la considérerons dans cet ouvrage, sans entrer dans de plus grandes discussions, qui seroient ici déplacées. Elle paroît répandue dans tout l'univers qui nous est connu, & s'y comporte à la manière des fluides, cherchant toujours à se mettre en équilibre, & pénétrant dans tous les lieux où sa grande subtilité lui permet de s'introduire. Tous les corps terrestres sont des cribles pour elle. Il n'en est point qu'elle ne baigne, qu'elle ne pénètre, ainsi que l'eau baigne les corps les plus poreux.

Les molécules de cette matière éthérée ou fluide lumineux sont parfaitement sphériques & parfaitement élastiques; car leur angle de réflexion est toujours égal à celui d'incidence, & leur réfraction est constante. Or il est prouvé en géométrie qu'il n'y a que des parties par-

faitement ſphériques & parfaitement élaſtiques qui puiſſent ſuivre de telles loix.

La lumière ne perd jamais ſa fluidité. Nous ne la voyons jamais paſſer à l'état concret que lorſqu'elle ſe combine : pour lors elle eſt dans le cas de tous les autres fluides.

La lumière exerce une action très-marquée ſur un grand nombre de corps. Non-ſeulement elle altère, elle détruit les couleurs, mais elle attaque encore les corps colorés eux-mêmes. Une expérience journalière apprend que des rideaux de taffetas expoſés à des fenêtres qui reçoivent l'impreſſion du ſoleil, ſont décolorés, perdent toute leur conſiſtance, & ſe déchirent avec la plus grande facilité. Les molécules de la lumière doivent donc avoir une certaine activité.

Cette activité de la lumière doit dépendre d'un mouvement gyratoire qu'auront ces molécules. Car nous avons prouvé ci-devant que ſi dans les combinaiſons des parties premières des corps les centres de maſſe ne ſont point oppoſés, elles conſerveront un mouvement gyratoire, ce qui certainement leur donnera plus ou moins d'activité.

La figure ſphérique des molécules de la lumière & leur mouvement gyratoire, feront la cauſe de ſa grande fluidité. Nous avons vu

dans l'Introduction qu'il est presque impossible que des parties sphériques, animées d'une force quelconque, contractent de l'union. Or les molécules de lumière étant sphériques & animées d'une force plus ou moins considérable, ne sauroient se combiner seules à seules; & ainsi elles posséderont la plus grande fluidité. Mais elles pourront contracter union avec d'autres corps, & en devenir principes constituans.

La lumière, ou le fluide lumineux, doit-elle être mise au nombre des substances, dites élémentaires? ou doit-on la regarder comme composée? Newton la croyoit composée des sept couleurs primitives. Mais j'aime beaucoup mieux dire que ces couleurs sont un effet du prisme, & que le fluide lumineux est un fluide homogène comme l'air pur, ou toute autre espèce d'air.

Indépendamment de la matière de la lumière, n'existe-t-il pas un autre fluide beaucoup plus subtil? C'a été l'opinion de Descartes, de Newton, & de beaucoup de Physiciens. Le premier admettoit sa matière subtile beaucoup plus déliée que le fluide lumineux. Newton, qui regardoit la lumière comme une émission continuelle qui se faisoit du corps lumineux, reconnoissoit d'ailleurs l'existence d'une matière subtile ou éthérée.

Il faut convenir que nous avons bien peu de faits pour résoudre cette question ; & que tout ce qu'on en a dit est plutôt fondé sur des hypothèses que sur des observations.

Doit-on regarder la lumière, ce fluide lumineux, comme un fluide à l'état aériforme ? Nous verrons que tous les corps de la nature peuvent, par le moyen de la chaleur, passer à l'état aériforme, c'est-à-dire, être réduits en vapeurs vésiculaires, lesquelles sont constamment sphériques, & tous élastiques. La lumière ne seroit-elle pas dans le même cas ?

Beaucoup de phénomènes porteroient à le croire : 1°. la parfaite sphéricité de ses molécules : 2°. leur parfaite élasticité : 3°. lorsqu'elle se combineroit, elle feroit comme les fluides aériformes, les différentes espèces d'air : elle perdroit son état aériforme, qu'elle reprendroit ensuite lorsque la combinaison seroit rompue.

Mais quel seroit ce fluide, qui tiendroit ainsi la matière de la lumière à l'état aériforme ?

Ce ne pourroit être que la matière subtile de Descartes, la matière éthérée de Newton ; enfin, la matière du feu, le véritable feu élémentaire.

Mais dans quel état seroit ce nouveau fluide ? seroit-il aussi sous forme vésiculaire ? ses molécules seroient-elles sphériques ?

Les faits nous manquent pour le décider, Mais il paroît qu'il devoit être très-actif, se combiner difficilement, & que par conséquent la figure de ses parties approcheroit de la sphérique, si elle n'étoit pas sphérique. Mais ces molécules ne sauroient être sous forme de vapeurs vésiculaires. Autrement il faudroit encore admettre un autre fluide plus subtil, & ainsi à l'infini, ce qui seroit absurde.

Les molécules du feu dans cette hypothèse seroient donc sphériques, ou à peu près sphériques, assez dures pour ne pouvoir pas s'user, & animées d'un mouvement gyratoire très-vif. Elles seroient parfaitement fluides, & ne sauroient contracter de l'adhérence seules à seules. Mais elles pourroient se combiner avec d'autres corps. Cette matière du feu seroit le feu élémentaire essentiellement fluide, doué de la plus grande activité, &c. &c.

La lumière dans la même hypothèse, seroit un fluide composé d'une matière quelconque, tenue à l'état aériforme ou de vapeurs vésiculaires, par cette matière du feu élémentaire.

Je conviens que cette hypothèse n'est pas sans quelque vraisemblance : peut-être même est-elle plus probable que le sentiment opposé. Cependant ces probabilités ne me paroissent

pas encore avoir assez de force pour établir une opinion.

Par conséquent, sans vouloir prononcer ici sur cette grande question, nous ne supposerons dans cet Ouvrage qu'un seul fluide éthéré, qui sera la matière du feu élémentaire, laquelle pourra devenir lumineuse, lorsqu'elle sera ébranlée par les vibrations d'un corps lumineux quelconque. Les molécules de ce fluide seront parfaitement sphériques, parfaitement élastiques, animées d'un mouvement gyratoire, douées d'une grande activité, &c. &c.; & si l'on vient à prouver que les probabilités qui disent que le feu & la lumière sont deux fluides différens, ont assez de force pour fonder une opinion, il sera facile d'en faire l'application à ce que nous allons dire.

Indépendamment de la matière du feu & de celle de la lumière, nous avons encore d'autres fluides, qui paroissent composés tels que le fluide électrique, le fluide magnétique, &c.

Mais que le feu & la lumière ne soient que différentes modifications d'un même fluide, ou soient deux fluides différens, il paroît certain que la matière de la chaleur en diffère.



DE LA CHALEUR.

LE plus grand nombre des Physiciens abandonnant aujourd'hui l'opinion de Bacon, regarde la chaleur comme l'effet d'un fluide quelconque, que nous appellerons *matière de la chaleur*. La chaleur produite par la combustion, est toujours accompagnée de feu, de lumière & de flamme; d'où l'on a conclu que lorsqu'il y a de la chaleur produite par quelque autre cause, comme le frottement, ce sont toujours les parties de ce fluide ou de la matière de la chaleur, contenues dans les corps, qui sont mises en mouvement par ce choc, & agitées de manière à produire de la chaleur.

Mais quel est ce fluide, ou *matière de la chaleur?* C'est sans doute une des questions les plus difficiles de la physique, & cependant une des plus intéressantes. Car je ne crains pas de le dire; les théories les plus hautes de la chimie, & sur-tout celles des airs, tiennent à celles-ci: & toutes les difficultés qui divisent dans ce moment les Savans sur ces objets, ne peuvent être bien résoutes que lorsqu'on aura des notions plus justes sur la lumière & la chaleur.

On a demandé si la chaleur est le produit de l'accumulation de ce fluide particulier, quel qu'il soit, dans le corps qui est échauffé; ou si elle est produite par le mouvement de ce fluide augmenté, sans qu'il y ait accumulation: enfin, si les deux causes y concourent.

Voilà donc plusieurs points que cette question présente à discuter. 1°. La chaleur est-elle seulement l'effet d'un mouvement excité entre les parties des corps, ou celui d'un fluide quelconque? 2°. En supposant qu'elle soit l'effet d'un fluide quelconque, ce fluide s'accumule-t-il dans les corps échauffés? 3°. Ou est-ce seulement son mouvement qui augmente? 4°. Sont-ce les deux effets réunis qui produisent la chaleur? 5°. Enfin, quelle est la nature de ce fluide?

Les Philosophes sont partagés sur toutes ces questions importantes; & il faut convenir que nous avons encore bien peu de faits pour les résoudre d'une manière satisfaisante.

Les uns pensent que le feu élémentaire, le fluide lumineux, la matière de la lumière, est le seul fluide qui puisse produire de la chaleur. Mais il n'échauffe les corps qu'autant qu'il peut s'y accumuler; & la chaleur qu'il produit est toujours proportionnelle à la quantité de ce fluide qui s'accumule dans les corps. Les corps noirs, par exemple, s'échauffent plus à la

lumière que les autres, parce qu'ils absorbent tous ses rayons, les fixent, les *accumulent*; on explique par ce moyen la dilatation que produit toujours la chaleur. Cette dilatation est l'effet de l'accumulation du fluide lumineux.

D'autres croient que la chaleur ne peut être produite que par le feu élémentaire, & que la lumière n'échauffe les corps qu'en mettant en mouvement ce feu élémentaire, qu'ils regardent comme différent de la lumière.

De troisièmes disent que la matière du feu élémentaire & le fluide lumineux, sont trop subtils pour pouvoir être retenus dans les corps, qui doivent être regardés comme des espèces de cribles qu'ils traversent avec la plus grande facilité; que par conséquent ils ne peuvent s'y accumuler comme feu élémentaire ou fluide lumineux pour y produire la chaleur, & que lorsqu'ils paroissent s'y fixer, c'est qu'ils entrent pour lors en combinaison avec quelqu'autre substance.

Ces considérations & plusieurs autres avoient déjà fait soupçonner il y a long-temps que la chaleur ne pouvoit pas être produite par la lumière seule, ou la matière du feu élémentaire en les supposant différens; & que ce feu élémentaire, ce fluide lumineux, étoit déjà combiné pour constituer la *matière de la chaleur*,

le fluide *calorifique*. C'eſt ce principe que l'on a appelé *fluide igné*, matière ignée, &c.

Le célèbre Meyer traita cette queſtion en chimiſte profond. Il chercha à examiner la matière de la chaleur dans une ſubſtance où il pût la ſaiſir, pour ainſi dire, & pour cela il choiſit la chaux vive. Il fit voir que la matière de la chaleur étoit la ſource de la ſaveur âcre & brûlante de la chaux, c'eſt pourquoi il déſigna ce principe de la chaleur ſous le nom de *principe de la cauſticité*, *d'acidum pingue*, *de cauſticum*. Il en avoit entrevu les principales qualités. Mais il lui attribuoit beaucoup de choſes qu'on a reconnu depuis tenir à la théorie des airs. Il prouva que ce principe n'étoit point la matière du feu pur, & il conſtata, par un grand nombre de belles expériences, que ce principe ſe concentroit dans les corps, qu'il pouvoit ſe tranſporter d'un corps dans un autre, &c. Enfin, il avança que la ſubſtance avec laquelle le feu y étoit uni étoit la matière élaſtique de l'air.

M. Wilke a regardé également la matière de la chaleur comme une ſubſtance *ſui generis*, qui s'accumule dans les corps, s'y fixe : mais il l'a envisagée d'une manière différente que Meyer. Il s'eſt contenté de faire voir qu'elle a ſes affinités, que tels corps en contiennent plus que

tels autres, &c.; c'eſt ce qu'il a prouvé par l'expérience ſuivante.

Deux corps homogènes, deux maſſes d'eau, par exemple, ayant différens degrés de chaleur, en acquièrent un moyen lorſqu'on les mêlange. Suppoſons une livre d'eau ayant 60 degrés de chaleur, & une autre en ayant 10; le mélange en aura 35.

Mais les choſes ſe paſſent différemment ſi on mêle de la neige au degré de zéro avec de l'eau à l'état de fluidité. Il s'en manque beaucoup que le mélange qui ſe change tout en eau prenne une chaleur moyenne. M. Wilke mêla de la neige au terme de la glace ou 32 de Farenheit avec une égale quantité d'eau à 162°, le mélange ſe fondit tout, & le thermomètre qui y étoit plongé deſcendit à 32, ce qui fait 130° de différence; d'où ce ſavant Phyſicien conclut que l'eau, dans ſon état de fluidité, a 130° de chaleur, qu'elle perd en ſe congelant. Voici l'explication qu'a donnée Bergman de ce ſingulier phénomène. « La chaleur de » l'eau, dit-il, pénètre la glace : elle écarte ſes » molécules, & la fait paſſer de l'état ſolide à » celui de fluide. Ses parties ſéparées augmen- » tent de ſurface. Or, la matière de la chaleur » eſt d'autant plus altérée par l'eau, qu'elle lui » préſente plus de contact. Celle qui la touche

» immédiatement est retenue & enchaînée de
» manière à ne pouvoir échauffer tant qu'elle
» demeure ainsi fixée : de-là vient la perte
» des 130° ».

Le célèbre Black avoit déjà enseigné publiquement la même doctrine dans ses cours, en l'année 1757 ou 1758. « Le docteur Black est
» le premier qui se soit formé une idée déter-
» minée de la cause du froid produit par la
» fonte de la glace, dit M. Watt (1), & qui
» ait démontré que la chaleur qui semble alors
» perdue, est entrée dans l'eau formée, dont
» elle est devenue une *des parties constituantes*,
» cessant alors d'agir sur le thermomètre ; ce
» qui la lui fit nommer *chaleur latente*.

» Il découvrit aussi que quand l'eau bouil-
» lante se convertit en vapeurs, une quantité
» de chaleur plus considérable encore est absor-
» bée, laquelle de même n'agit plus sur le
» thermomètre jusqu'à ce que la vapeur vienne
» à se décomposer ; mais qu'alors cette cha-
» leur devient *sensible*, la vapeur échauffant de
» l'eau moins chaude qu'elle, plus que ne
» l'auroit fait une quantité d'eau de même
» *chaleur sensible* & même poids ».

On voit que le docteur Black distingue deux

(1) Idée sur la Météorologie, par M. de Luc.

espèces

eſpèces de chaleur, une qu'il appelle *latente*, parce qu'elle ceſſe d'agir ſur le thermomètre, & qu'elle devient partie conſtituante des corps; & l'autre qu'il appelle *ſenſible*, parce qu'elle agit ſur le thermomètre & tous les autres corps.

MM. Irwine, Crawford, Kirwan, &c. ont embraſſé la même doctrine. M. Crawford, dans ſon bel Ouvrage ſur cette matière, intitulé *Expériences & obſervations ſur la chaleur animale; & ſur l'inflammation & combuſtion des corps*, reconnoît que les corps ont différentes *capacités* pour la chaleur.

Le célèbre Schéele, dans ſon beau Traité de l'air & du feu, a auſſi conſidéré la chaleur comme une véritable ſubſtance *ſui generis*. Il la regarde comme entièrement différente du feu & de la lumière. Il diſtingue avec Meyer deux états de cette ſubſtance, l'un qu'il appelle *chaleur proprement dite*, & l'autre qu'il appelle *l'ardeur*, ou *ardeur rayonnante*. Il penſe que l'une & l'autre ſont des compoſés, des combinaiſons de la matière du feu avec l'air pur. Si cette matière du feu n'eſt qu'en certaine quantité relativement à l'air pur, ce ſera la chaleur qni ſe communique à tous les corps environnans, cette chaleur deviendra *ardeur* ou *ardeur rayonnante*, lorſqu'elle acquerra beaucoup d'activité, ou que le feu y ſera en beau-

coup plus grande quantité. L'illustre Bergman a adopté entièrement la doctrine de Schéele ; mais auparavant d'entrer dans ces discussions, nous allons exposer les propriétés de la matière de la chaleur.

On a cherché à pouvoir déterminer la chaleur absolue, la chaleur première de chaque corps terrestre. L'expérience de M. Wilke a servi de point fondamental. Je l'ai répétée & l'ai trouvée parfaitement exacte.

J'ai pris une livre de glace à zéro, & une livre d'eau à 58° division de Réaumur, qui paroît répondre à 72° du thermomètre suédois. Le mélange fait, la glace a fondu, & le thermomètre qui, dans le premier moment a monté, est redescendu à zéro, lorsque la glace a été fondue. Il paroît donc qu'une livre de glace, pour passer à l'état de fluidité, a absorbé la chaleur d'une livre d'eau à 58°. D'où il s'ensuit qu'il faut 58° de chaleur d'une masse d'eau, pour faire passer à l'état de liquidité une égale quantité d'eau sous forme de glace, sans néanmoins augmenter la chaleur de celle-ci ; car toute la masse demeure à zéro.

On a mélangé un grand nombre de substances, & on a cherché par ce moyen à déterminer leur chaleur spécifique. On a pris égale quantité de glace à zéro, & d'antimoine

diaphorétiqee à 8° au-dessous de zéro, le mélange n'est descendu qu'à 2 au-dessous de zéro. D'où on a conclu que la chaleur de la glace est à celle de l'antimoine diaphorétique, comme 4 est à 1 ; car s'ils avoient une égale quantité de chaleur spécifique, le mélange seroit descendu à 4.

On a tiré de ces expériences ces deux règles générales.

La chaleur spécifique des corps homogènes est proportionnelle à leurs masses.

La chaleur spécifique de deux corps hétérogènes, est en raison inverse de la différence de la chaleur du mélange, relativement à la chaleur de chacun d'eux avant le mélange.

Ces expériences sont fort délicates à faire à cause d'un grand nombre de circonstances qui peuvent les modifier ; telles que la température de l'atmosphère, celles des vases & des instrumens qui varient dans les différens tems de l'expérience, le mélange des substances éprouvées, qui souvent n'est pas exact.

En ayant égard à toutes ces circonstances, on prend deux corps qui aient le même poids. Supposons que ce soient deux liquides. On les chauffe à différentes températures, on les mélange, & on attend un instant pour que la chaleur se soit bien partagée. Lorsque ce

moment est arrivé, on note le degré du thermomètre. Si la chaleur commune du mélange est moitié de la somme de la chaleur des deux fluides, cela annonce qu'ils ont la même chaleur respective. Ainsi, une livre d'eau à 40°, & une autre à 20°, donneront une chaleur moyenne de 30°, qui est la moitié de 40+20°. Si au contraire cette chaleur commune ne suit pas cette progression, c'est une preuve que ces corps n'ont pas un égal degré de chaleur spécifique.

Lorsqu'on veut éprouver des solides pour en connoître la chaleur, on en prend également des masses qui aient le même poids, & on cherche à y appliquer des thermomètres. Pour plus de facilité, M. Kirwan y pratique des trous, dans lesquels il introduit la boule du thermomètre.

Toutes nos connoissances n'étant que relatives, on a cherché un terme fixe pour y rapporter les degrés de chaleur des différens corps. L'eau a paru pouvoir fournir ce terme de comparaison, comme elle l'est déjà pour les pesanteurs spécifiques. Voici la table qu'a dressée M. Kirwan, d'après ses expériences & celles de MM. Black, Wilke, Crawford, &c. telle que la rapporte M. Magellan.

Table des rapports de la chaleur spécifique, contenue en différentes substances.

Eau commune	1,000
Glace (eau glacée)	0,900
Mercure, dont la pesanteur spécifique étoit 13300	0,033
Le fer	0,125
L'étain	0,068
Le plomb	0,050
Le régule d'antimoine	0,086
Antimoine diaphorétique lavé	0,220
Chaux de fer	0,320
Chaux d'étain	0,096
Chaux de plomb	0,068
Chaux d'étain & de plomb calcinées ensemble	0,102
Cristal d'Angleterre, ou flintglass	0,174
Terre cuite, ou grès	0,195
Solution de sucre brut	1,086
Huile de térébenthine	0,472
Huile d'olive	0,710
Huile de lin	0,528
Huile de baleine	0,399
Solution de sel commun. $\frac{1}{8}$ sur 7 d'eau	0,832
Solution de nitre, une partie de ce sel sur 8 d'eau	0,646
Solution de sel de Glauber ($\frac{1}{2,9}$)	0,728

Solution de crême de tartre ($\frac{1}{37,3}$)...	0,765
Solution de sel ammoniac ($\frac{1}{1,5}$).....	0,799
Solution de sel d'epsom $\frac{1}{3}$.........	0,844
Solution d'alun ($\frac{1}{4,45}$)............	0,629
Air déphlogistiqué..............	87,000
Air atmosphérique...............	18,670
Air fixe....................	0,270
Solution du vitriol de fer ($\frac{1}{2,5}$).....	0,734
Acide vitriolique, dont la pesanteur étoit 1,885................	0,759
Acide vitriolique brun, dont la pesanteur étoit 1,872............	0,429
Huile de tartre, dont la pesanteur étoit 1,346..............	0,759
Acide nitreux pâle & déphlogistiqué..	0,844
Acide nitreux rouge & fumant, dont la pesanteur étoit 1,355........	0,576
Acide marin fumant, dont la pesanteur étoit 1,122...........	0,680
Le soufre....................	0,183
Le foie volatil de soufre, dont la pesanteur étoit 0,818........	0,994
Vinaigre fort de vin rouge........	0,387
Vinaigre concret distillé..........	0,103
Alkali volatil caustique, dont la pesanteur étoit 0,997...........	0,708
Alkali volatil doux, c'est-à-dire, aéré. .	1,851
Esprit-de-vin rectifié, dont la pesanteur étoit 0,783..........	1,086

M. Wilke avoit essayé de calculer la chaleur spécifique des corps, par la quantité de glace qu'ils faisoient fondre. MM. Lavoisier & de la Place ont suivi le même procédé. Leur appareil consiste en un vase de fer blanc, cylindrique à sa partie supérieure, & terminé en cône, qu'on remplit de glace. On en met également sur le couvercle. A sa partie inférieure se trouve un robinet pour écouler l'eau, lorsqu'il y a de la glace de fondue. Au milieu de ce vase est une coulisse, où on met les corps à éprouver; & on calcule leur chaleur par la glace qu'ils font fondre.

Table des chaleurs spécifiques des différens corps, suivant MM. Lavoisier & de la Place.

De l'eau commune.	1
De la tôle ou fer battu.	0,109985
Du verre sans plomb ou du cristal.	0,1929
Du mercure.	0,029
De la chaux vive du commerce.	0,21689
Du mélange d'eau & de chaux vive dans le rapport de 9 à 16.	0,439116
De l'huile de vitriol, dont la pesanteur spécifique est 1,87058.	0,334597
Du mélange de cette huile avec l'eau, dans le rapport de 4 à 3.	0,603162

Du mélange de la même huile avec l'eau, dans le rapport de 4 à 5. .	0,663102
De l'acide nitreux non fumant, dont la pesanteur spécifique est 1,29895.	0,661391
Du mélange de cet acide avec la chaux vive, dans le rapport de $9\frac{1}{3}$ à 1..	0,61895
Du mélange de huit parties d'eau & une de nitre	0,8167

Seconde Table de MM. Lavoisier & de la Place.

Une livre d'eau à 60° fondant une livre de glace, quantité qui en a été fondue dans les expériences suivantes.

	liv.	onces.	gros.	grains.
Par la détonation d'une once de nitre avec un tiers d'once de charbon . . .	0	12	0	0
Par la détonation d'une once de nitre, avec une once de fleurs de soufre. . . .	2	0	0	0
Par la combustion d'une once de phosphore. . .	6	4	0	48
Par la combustion d'une once d'éther vitriolique.	4	10	2	36
Par la combustion d'une once de charbon. . . .	6	2	0	0
Par la chaleur d'un cochon d'inde, en dix heures. . .	0	13	1	$13\frac{1}{4}$

Tous ces degrés de chaleur n'étant que relatifs, on a tenté de découvrir, s'il étoit possible, le terme de la quantité absolue de chaleur, ou quel seroit le dernier degré de chaleur dans les corps. On est parti de l'hypothèse de M. Kirwan, qui suppose le rapport de la chaleur de l'eau à celle de la glace, comme 1000 à 0,900; & voici le calcul qu'on a fait.

Soit la chaleur de l'eau r, celle de la glace f, dont la différence d, est dans l'hypothèse comme 10 à 9 : donc $r : f :: 10 : 9$; & par la construction $r - f = d$: donc $r = d + f$: & $f = r - d$: & substituant; on aura $d + f : f :: 10 : 9$. Donc $9d + 9f = 10f$, ou $9d = 10f - 9f = f$. De même en substituant, on aura $r : r - d ::$ $10 : 9$. Donc $9r = 10r - 10d$, ou $10d = 10r - 9r = r$.

Ainsi, on a f, chaleur de la glace $= 9d$, & r ou la chaleur de l'eau $= 10d$: c'est-à-dire, que la chaleur absolue de l'eau fluide, contient dix fois la différence de la chaleur de l'eau à celle de la glace; & la chaleur absolue de la glace, ne contient que neuf fois cette différence.

Cette différence est 58, division de Réaumur, ce qui donne 580° pour la chaleur absolue de l'eau, & 522° pour celle de la glace. Mais le rapport que M. Kirwan a assigné entre

la chaleur de l'eau & celle de la glace, eſt purement hypothétique.

Je ne crois pas que nous puiſſions jamais fixer ces extrêmes de la nature; nous ne connoiſſons rien que par comparaiſon. La peſanteur ſpécifique des corps, par exemple, nous eſt connue. Mais nous ne pouvons pas dire que nous connoiſſions le corps qui a le moins de peſanteur poſſible.

Quant au froid, nous ſavons que le thermomètre deſcend à Yeniſeik juſqu'à 70° au-deſſous de zéro. Braun dit l'avoir fait deſcendre encore beaucoup plus bas, dans la fameuſe expérience où l'on a vu la première fois le mercure congelé. Il fut, dit-il, à 187° de Réaumur. Il eſt vrai qu'il paroît avoir exagéré ce froid, puiſque depuis on a fait congeler le mercure à un froid au-deſſous de 40°, & même M. Achard dit l'avoir fait congeler à 31° au-deſſous de zéro. Mais, quoi qu'il en ſoit de l'expérience de Braun, ces froids ne ſont pas vraiſemblablement les plus grands qui puiſſent exiſter. Au Spitzberg, au Groenland, ils doivent être plus conſidérables, puiſque M. Pallas a vu, à une latitude de 53 degrés, le thermomètre deſcendre au-deſſous de 40° par un froid naturel.

Il eſt bien ſingulier que la chaleur varie autant dans les différents corps. On n'auroit

jamais soupçonné que l'eau, dans son état de liquidité, contient plus de chaleur spécifique que les acides les plus puissans ; tels que les acides vitriolique, nitreux & marin ; les alkalis, comme celui du tartre, &c. Le mercure lui-même, qui se congèle si difficilement, n'a que 0,033 de la chaleur de l'eau ; & néanmoins cette grande chaleur spécifique de l'eau n'est sensible ni à nos sens, ni à nos instrumens.

Car, d'après l'expérience de M. Wilke, une quantité d'eau à l'état de glace exige, pour se fondre, une chaleur égale à-peu-près aux trois quarts de celle qui est nécessaire pour faire bouillir une égale quantité d'eau. Donc l'eau, en passant de l'état de fluidité à celui de glace, doit absorber la même quantité de chaleur ou 58°. Cependant, le thermomètre, ni nos sens, ne nous indiquent point cela. L'eau fluide étant à zéro, même quelques degrés au-dessous, en passant à l'état de glace, ne fait pas ressentir aux corps qui l'environnent le froid prodigieux qui devroit être la suite de cette théorie. Le thermomètre suit les même degrés de condensation. Comment cet effet peut-il subsister sans se dévoiler ?

Cependant, on avoit fait depuis long tems des observations, qu'on ne peut bien expliquer que dans ces nouveaux principes. En hiver on

voit, après la fonte des neiges, de gros glaçons se conserver long-tems dans des anses de rivière, dans des bassins, dont la température est plusieurs degrés au-dessus de zéro. L'eau demeure beaucoup plus de temps à s'échauffer & à se refroidir, que la plupart des autres corps. Le mercure, par exemple, arrive au degré de l'ébullition beaucoup plutôt que l'eau, & se refroidit dans les mêmes proportions. De l'eau exposée au soleil dans un vase, s'échauffera beaucoup moins que d'autres corps. L'évaporation continuelle qu'elle éprouve, contribue sans doute à ce phénomène. Mais la même chose a lieu si elle est renfermée dans un vaisseau de verre. La cause principale vient donc de ce que la chaleur spécifique de l'eau étant plus considérable que celle des autres corps, la rend moins sensible à l'impression de la chaleur extérieure.

On avoit aussi observé que les différens corps ne s'échauffoient ni se refroidissoient pas dans des intervalles de tems égaux. Newton avoit déjà tenté des expériences sur cet objet. On les a répétées depuis, & sur-tout M. Martine. M. de Buffon en a fait aussi un grand nombre sur la plupart des substances minérales, d'où il a cru pouvoir tirer cette conclusion: « Que » le progrès de la chaleur dans les corps ne

» suit point l'ordre de leur densité.... Car l'ordre
» des six métaux, par exemple, suivant leur
» densité, est étain, fer, cuivre, argent, plomb,
» or; tandis que l'ordre dans lequel ces métaux
» reçoivent & perdent la chaleur est étain,
» plomb, argent, or, cuivre & fer ».

Ces expériences de M. de Buffon s'accordent assez bien avec les tables de M. Kirwan sur la chaleur spécifique des corps. Le fer est effectivement celui de tous les métaux qui a le plus de chaleur spécifique. Ainsi il est à cet égard comme l'eau, qui est plus de temps à s'échauffer & à se refroidir que les autres corps qui ont moins de chaleur spécifique.

Le tems que les corps mettent pour s'échauffer ou se refroidir, n'est point en raison de leurs masses; il paroît plutôt être en raison des diamètres. M. de Buffon a fait faire des boulets de fer forgé, de différens diamètres, qu'il a fait chauffer à blanc, & ensuite laissé refroidir à la température de l'atmosphère.

Le boulet d'un pouce a été chauffé à blanc en 5 minutes & demie.

Refroidi au point de la température actuelle en 93 minutes.

Le boulet de deux pouces de diamètre a été chauffé à blanc en 13 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 196 minutes.

Le boulet de trois pouces a été chauffé à blanc en 19 minutes & demie.

Refroidi au point de la température actuelle en 308 minutes.

Le boulet de quatre pouces a été chauffé à blanc en 27 minutes & demie.

Refroidi au point de la température actuelle en 415 minutes.

Le boulet de cinq pouces a été chauffé à blanc en 34 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 522 minutes.

En comparant les tems qu'ont mis ces différens boulets pour être chauffés & se refroidir, on verra qu'ils ne sont point en raison des masses; car elles sont comme 1, 8, 27, 64, 125. Les tems mis à être chauffés, sont comme $5\frac{1}{2}$, 13, $19\frac{1}{2}$, $27\frac{1}{2}$, 34.

Les tems du refroidissement sont comme 93, 196, 308, 415, 522.

C'est-à-dire, que ces tems sont en raison un peu plus grande que les diamètres.

Il paroît donc que la progression que suit la matière de la chaleur, pour se communiquer aux corps, n'est ni en raison des densités, ni

en raiſon des maſſes, ni en raiſon de l'élaſticité.

Au reſte, nous retrouvons dans les autres fluides les mêmes phénomènes que nous préſente ici la matière de la chaleur. Le fluide électrique, par exemple, ne ſe communique point aux corps ni en raiſon de leurs maſſes, ni en raiſon de leur denſité ou élaſticité, &c. Les communications viennent de l'affinité plus ou moins grande qu'ont ces fluides avec les différens corps.

Quant aux acides, aux alkalis, aux ſubſtances huileuſes, ils peuvent bien avoir moins de chaleur ſpécifique que l'eau. La cauſe de leur grande activité eſt la ſeule chaleur combinée, qui produit des effets différens de ceux de la chaleur ſpécifique.

Mais il ſe préſente ici un phénomène très-intéreſſant. Si un corps capable de recevoir une grande chaleur, ſe trouve en contact avec un autre qui n'en ſupporte qu'une petite quantité, le premier ne s'échauffera guère plus que celui-ci. Un vaſe de porcelaine, de poterie, de métal, plein d'eau, s'échauffera peu, tant qu'il contiendra de l'eau. Sa chaleur ne montera guère au-deſſus de 80 degrés, terme de l'eau bouillante. Mais l'eau diſſipée, il rougira, il fondra. L'eau ſert donc de conducteur, de véhicule au principe de la chaleur qui ſe diſſipe

avec elle par l'évaporation. Si au contraire on enferme cette eau de manière qu'elle ne puiſſe ſe diſſiper comme dans le digeſteur de Papin ; l'eau & le vaſe pourront acquérir le plus grand degré de chaleur. La même choſe a lieu avec tous les fluides & tous les autres corps, par exemple, avec le fluide électrique.

Une ſuite des phénomènes de la chaleur que nous venons d'expoſer, eſt qu'elle n'agit pas de la même manière ſur tous les corps. Elle exerce une action bien moins conſidérable ſur ceux qui ſont tranſparens, que ſur ceux qui ſont colorés. Une lame de verre très-mince & très-tranſparente, expoſée au ſoyer du miroir le plus actif, n'y éprouve aucune altération, & à peine s'échauffe-t-elle ; tandis qu'elle fond & diſparoît preſque en un inſtant, ſi elle eſt colorée ou placée ſur un ſupport coloré. C'eſt pourquoi dans les expériences faites avec les verres ardents on prend des ſupports colorés ; & les noirs tels que le charbon, ſont préférés. La chaleur paroît avoir peu d'affinité avec les corps tranſparens. Elle les traverſe & ne peut y être arrêtée ; au lieu que les corps colorés la fixent & lui donnent le tems d'exercer toute ſon action. Il faut donc que la matière de la chaleur ſoit fixée, arrêtée, pour qu'elle puiſſe agir.

C'eſt

C'eſt ce que prouve une expérience très-connue du célèbre Franklin. Ayant placé ſur de la neige au ſoleil différens morceaux d'étoffes colorés, il obſerva que la neige fondoit différemment ſous ces étoffes, à raiſon de leurs couleurs. Les noirs en firent fondre une plus grande quantité que les violets, enſuite les bleus, les verds, les jaunes, les rouges; enfin, les blancs produiſirent le moins d'effet. Ce qui s'accorde parfaitement avec les faits connus, que les corps blancs abſorbent le moins de lumière, enſuite les rouges, les jaunes, les verds, &c.

Les cultivateurs de la vallée de Chamouni ont fait depuis long-tems cette obſervation, au rapport de M. de Sauſſure. Au printems, pour faire fondre la neige dans les champs qu'ils veulent enſemencer de bonne heure, ils les couvrent d'une terre noire.

Lorſqu'on expoſe au ſoleil des thermomètres d'eſprit de vin, blanc ou coloré, les derniers montent plus que les premiers, quoiqu'à l'obſcurité leur marche ſoit uniforme.

M. de Sauſſure, conduit par ces principes, a conſtruit une machine très-ingénieuſe. Il a fait faire une petite caiſſe en bois de quelques pouces de profondeur, dont la planche inférieure étoit noircie par une combuſtion com-

mencée. La partie supérieure étoit recouverte de deux ou trois feuilles de verre, à quelques distances les unes des autres. L'appareil exposé au soleil, la chaleur fut assez grande pour faire monter à 70° un thermomètre placé au fond de la caisse. Cependant, il faut convenir que la construction de l'appareil augmente cette chaleur. Car si la caisse n'étoit pas couverte par des verres placés à quelque distance les uns des autres ou qu'il n'y en eût qu'un seul, le thermomètre ne monteroit pas si haut.

M. Ducarla a produit le même effet avec des cloches de différentes grandeurs, recouvertes les unes par les autres.

On peut produire un effet opposé par un autre procédé. Si dans un grand vase plein d'eau qu'on entretient dans l'état d'ébullition, on en place un autre également plein d'eau : l'eau de ce second vase n'arrivera jamais au degré d'ébullition, mais se tiendra constamment plusieurs degrés au-dessous. Un troisième vase plein d'eau, mis dans ce second, présentera encore le même phénomène ; & l'eau de ce troisième vase n'arrivera pas au même degré de chaleur que celle du second. Il en seroit ainsi d'un quatrième, d'un cinquième vase, &c.

Dans ces dernières expériences, les vaisseaux présentent des obstacles à la matière de la

chaleur, qui a de la peine à les traverser. Elle perd par conséquent de son intensité, & produit de moindres effets : tandis que dans l'expérience de M. de Saussure les différentes lames de verre placées à quelque distance paroissent concentrer la chaleur.

Le mouvement de la matière de la chaleur lorsqu'elle se communique, ne paroît pas prompt. Il diffère infiniment, à cet égard, de celui du fluide lumineux, qui est presque instantané, & parcourt cinq millions de lieues dans une minute.

Supposons un poële allumé & bien fermé, on sent autour une chaleur plus ou moins considérable. Cette chaleur se répand & cherche à se mettre en équilibre avec les corps environnans, mais ne se propage pas bien loin. Elle n'est sensible qu'à quelques pieds de distance.

Mais si l'on ouvre la porte du poële, la chaleur s'élance par rayons divergens, qui partent du centre du foyer embrâsé. Cette chaleur, qui est la rayonante, peut être interceptée par un corps opaque. Si ce corps est poli comme un miroir de métal, il la réfléchira & même la concentrera à un foyer, s'il est concave. Mais les corps transparens comme une glace, ne la réfléchiront point, à moins que

cette glace ne soit étamée ou enduite d'un vernis coloré ou noir, qui lui ôte sa transparence, parce qu'une lame de verre transparent laisse passer la matière de la chaleur, ainsi que nous l'avons vu, & ne peut l'arrêter.

La matière de la chaleur étant un fluide particulier, quelle qu'en soit la nature, se comportera comme les autres fluides.

Tous les fluides ont deux manières d'agir, l'une que j'appellerai mécanique, & l'autre d'affinité. L'eau placée auprès d'un monceau de sable quartzeux, le pénètre & s'élève bientôt au sommet. Cette action est toute mécanique, & paroît dépendre de l'action qui fait monter les fluides dans les tuyaux capillaires, quelle qu'elle soit. Elle est quelquefois très-forte, comme on le voit dans les effets que peut produire un morceau de bois gonflé par l'eau, qui est capable de vaincre les plus grands obstacles.

La seconde manière d'agir des fluides, est par voie d'affinité. Cette même eau qui pénètre un amas de sable pénétrera également une masse saline, mais en même tems elle la dissoudra : c'est-à-dire, que la force de cohésion qui tenoit unies les unes avec les autres, les particules salines cederont à l'action de l'eau, & le sel se dissoudra. Il y a même ici un phé-

nomène particulier : de l'eau saturée d'un sel peut encore en dissoudre d'un autre. Nous ignorons la cause de ces affinités.

La matière de la chaleur me paroît aussi agir de ces deux manières. 1°. Elle agit par voie d'affinité, lorsqu'elle se combine dans les corps, comme dans les chaux, les alkalis, les acides, &c. 2°. Son action est mécanique dans beaucoup de circonstances. Des corps froids placés auprès d'autres corps plus chauds, enlèvent à ceux-ci de leur chaleur, qui cherchant à se mettre en équilibre pénètre les premiers, & abandonne ceux-ci, en suivant leurs affinités respectives. En pénétrant les corps, la chaleur s'insinue entre leurs parties, les écarte, de même que l'eau s'insinuant dans un corps, le gonfle, le distend. C'est ce qui produit la raréfaction & la dilatation des corps échauffés.

Mais si la matière de la chaleur se trouve en assez grande quantité, non-seulement elle dilatera les corps, mais elle les fondera, les liquefiera. Enfin, est-elle encore plus abondante ? Elle les réduira en vapeurs. Quoique nous ne puissions pas expliquer le mécanisme de ces opérations ; nous pouvons dire en général que la matière de la chaleur étant animée d'une grande énergie, d'un mouvement gyratoire, s'insinue entre les parties des corps, les

défunit, brise leur aggrégation par une force supérieure à leur force de cohésion, & les fait passer à l'état de liquidité ou à celui de vapeurs. Il faut que sa force soit bien grande pour vaincre celle du fer, de la platine, du cristal de roche, &c. qui sont si durs.

Tous les corps paroissent pouvoir être réduits en vapeurs, par l'action de la matière de la chaleur. L'or & l'argent eux-mêmes au foyer d'un miroir ardent, sont volatilisés ; car on a exposé de l'or à ce foyer, & placé une lame d'argent au-dessus, elle s'est trouvée dorée. Une lame d'or placée au-dessus de l'argent mis au même foyer du miroir, a été argentée.

Ces phénomènes présentent une observation assez essentielle. Un corps qui peut facilement se réduire en vapeurs, & combiné avec un autre, qui a beaucoup de fixité, en acquerra également. L'eau, par exemple, combinée dans les sels, comme le nitre, le tartre vitriolé peut supporter un grand coup de feu sans être réduite en vapeurs. Peut-être même est-il des combinaisons dont on ne peut entièrement la chasser, telles que le cristal de roche, le rubis, le saphir & les autres gemmes.

Les différentes espèces d'air volatils, sont dans le même cas. L'air inflammable des métaux ne se dégage que par le plus grand coup

de feu, ainsi que l'air pur dans les acides, l'air fixe dans les pierres calcaires, &c.

La matière de la chaleur se trouve unie si intimément aux corps réduits en vapeurs, qu'elle y est enchaînée pour ainsi dire, & paroît ne plus faire qu'un seul tout avec eux. Dès-lors elle ne sauroit plus traverser les corps dont les pores lui étoient ouverts auparavant. Elle exercera donc toute son activité contre les obstacles qui la retiendront, parce qu'à la manière des fluides, elle presse en tout sens; de l'eau, du mercure, ou tout autre fluide renfermés dans des vaisseaux très-solides, qu'on fait passer à d'incandescence, sont réduits en vapeurs par la matière de la chaleur, & pour lors ils exercent la plus grande pression contre les parois des vaisseaux, qu'ils brisent & déchirent avec effort, à moins qu'ils n'aient la plus grande solidité.

Cette force immense des corps en vapeurs, dont on a fait une si heureuse application dans les pompes à feu, nous indique ce qui se passe dans la matière de la chaleur. La matière du feu élémentaire ou de la lumière, y est enchaînée par une substance quelconque qui a plus de corps, plus de masse qu'elle. Mais chez les corps réduits en vapeurs, les parties de ces corps mêmes lui fournissent de nouvelles en-

traves ; & ces molécules ayant plus de maffe & de volume que celles de la matière de la chaleur, donnent encore de l'énergie à la chaleur. Ces phénomènes augmentent la probabilité des raifons qui nous font dire que la matière de la chaleur n'eft pas le feu élémentaire ou la lumière pure, mais qu'elle y eft déjà combinée avec un corps plus groffier.

Le feu élémentaire, la lumière, & leurs combinaifons, fous forme de matière de la chaleur, paroiffent les principes les plus actifs de la nature ; au moins nous ne pouvons douter qu'ils ne foient le principe de la fluidité, parce que tous les autres corps ayant une très-grande tendance à fe combiner, paffent à l'état de folidité, dès qu'ils font privés de chaleur. Or nul corps ne peut agir que lorfqu'il eft fluide, fuivant l'ancien axiome : *Corpora non agunt nifi fint foluta.*

Nous avons des exemples bien frappans de ce que peut la chaleur relativement à l'eau. Celle-ci n'attaque guère que les fubftances falines, muqueufes, &c. Mais lorfqu'elle eft fecondée par l'action de la chaleur, il n'en eft peut-être aucun fur lequel elle ne puiffe agir. Dans la fameufe expérience où on croyoit changer l'eau en terre, par une chaleur douce mais continuée long-tems, on a reconnu que

l'eau dissolvoit réellement le verre. Bergman a aussi observé que l'eau très-chaude à Geyer tenoit du quartz en dissolution.

On a demandé si la matière de la chaleur pèse. Boerhaave a dit que non-seulement la matière de la chaleur ne pesoit point, mais qu'elle donnoit de la légèreté aux corps ; & il l'a prouvé par l'expérience suivante. Il a pesé très-exactement une petite verge de fer, & ensuite il l'a fait rougir. Pesée de nouveau, elle a perdu de son poids. MM. Fordice, de Morveau, Chaussier, de Gouvenain, ont également trouvé que la chaleur diminuoit le poids des corps. M. Fontana prétend au contraire que la chaleur n'ajoute ni n'ôte rien au poids ; il dit avoir fait un grand nombre d'expériences pour s'en assurer avec des balances de la plus grande sensibilité, & qu'il n'a jamais trouvé la moindre différence dans le poids des mêmes corps, froids ou très-chauds. Enfin, M. Marat croit que la chaleur augmente le poids des corps.

Ayant répété ces expériences avec des balances assez sensibles, il me paroît que l'opinion de M. Fontana seroit la plus vraisemblable, & que la chaleur influe peu sur la pesanteur des corps. Le petit excès de légèreté qu'ils pourroient acquérir lorsqu'ils sont échauffés, seroit dû probablement à leur augmentation de volume.

LA NATURE DE LA MATIÈRE DE LA CHALEUR.

Nous venons d'expofer un grand nombre des propriétés de la matière de la chaleur, qui ne laiffent pas de doute qu'elle ne foit une fubftance *fui generis*. Elle peut fe concentrer dans les corps, en être chaffée, fe réfléchir, &c. Rapprochons ces faits, pour tâcher de découvrir la nature de cette fubftance.

La lumière paroît en faire un des principes. C'eft ce que prouvent tous les faits que nous avons cités précédemment : par exemple, la manière d'augmenter la chaleur de la lumière du foleil, par l'appareil de M. de Sauffure, le procédé des cultivateurs de Chamouni, pour faire fondre la neige, & l'expérience correfpondante de M. Franklin.... Dans tous ces cas, la chaleur paroît produite par la lumière, ou au moins par un de fes principes, le feu élémentaire, en fuppofant que la lumière foit un fluide aériforme tenu à l'état de vapeurs véficulaires par le feu élémentaire.

Mais la chaleur ne paroît pas compofée de la lumière feule. Car celle-ci eft fi fubtile, qu'elle ne fauroit être contenue dans un poêle,

par exemple, elle s'en échapperoit promptement. La lumière n'est point réfléchie par les corps noirs; tandis que nous avons vu que la chaleur ou ardeur rayonnante l'est par des miroirs enduits d'un vernis noir, ou tout autre corps noir bien poli. La chaleur a par conséquent plus de consistance, & moins de subtilité que la lumière. Aussi son mouvement est-il infiniment moins prompt.

D'ailleurs la chaleur peut subsister sans lumière, de même que la lumière peut être sans chaleur. M. de la Hire concentra la lumière de la lune 306 fois, au moyen d'une lentille, & en fit tomber le foyer qui étoit du plus grand éclat sur la boule d'un thermomètre très-sensible, qui n'éprouva aucune variation. Une masse métallique peut au contraire avoir un grand degré de chaleur sans donner aucune lumière. Enfin, sur les hautes montagnes, la lumière n'a presqu'aucune chaleur; elle n'en acquiert que dans les parties basses de l'atmosphère.

Mais le phénomène qui nous présente de la manière la plus évidente combien la lumière seule est incapable de produire de la chaleur, est ce qui se passe au foyer du miroir ardent le plus actif. S'il n'y a que de l'air, cet air ne s'échauffera presque pas. Une lame de verre très-transparente & très-mince s'y échauffe

légèrement. Y expose-t-on des corps opaques comme des métaux ? Ils y éprouvent la plus grande chaleur, sont volatilisés, calcinés, &c. Cette chaleur sera encore augmentée, si on les place sur un support de couleur noire, par exemple, sur un charbon.

Enfin, le fluide lumineux gagne l'équilibre, dès l'instant que cesse la cause qui l'en avoit fait sortir. La gaze la plus legère, en interceptant les rayons qui arrivent sur une lentille, fait disparoître dans l'instant ce foyer brûlant de chaleur. Au contraire, les corps échauffés ne se refroidissent qu'avec une certaine lenteur. Un boulet de fer d'un pouce de diamètre, chauffé au blanc, demeure 93 minutes à se refroidir ; & celui de cinq pouces de diamètre demeure 522 minutes, pour acquérir le même refroidissement. Il seroit impossible que le fluide lumineux demeurât le même tems à se mettre en équilibre avec celui qui est contenu dans les corps voisins.

Tous ces faits & une foule d'autres prouvent assez que la matière de la chaleur n'est point la même que celle de la lumière, quoiqu'ils fassent voir en même tems que la lumière se trouve dans la chaleur. Mais la lumière n'y est pas seule. Elle y est déjà combinée avec quelqu'autre principe.

Quelle eſt la ſubſtance qui, combinée avec le fluide lumineux, conſtitue la matière de la chaleur? C'eſt ce qu'il eſt très-difficile à déterminer. Meyer prétendoit que c'étoit la matière élaſtique de l'air. Mais de ſon tems la théorie des airs n'étoit pas aſſez avancée. M. de Luc croit auſſi que le feu ou la chaleur, eſt la lumière unie à un principe quelconque, qu'il ne donne point à connoître. Schéele ſoutient que c'eſt l'air pur qui eſt uni au feu dans la matière de la chaleur. Je crois que cette opinion eſt la plus vraiſemblable dans ce moment, & que les faits que nous connoiſſons lui donnent beaucoup de probabilités.

La manière la plus certaine de produire la chaleur, eſt la combuſtion des corps. Or, il n'y a point ordinairement de combuſtion ſans le concours de l'air pur, lequel eſt abſorbé, comme nous aurons occaſion de le voir. Il eſt vrai que la plus grande partie de cet air contracte de nouvelles combinaiſons, & qu'on le trouve dans les nouveaux produits qui réſultent de la combuſtion. Mais il eſt probable qu'une légère portion de cet air ſe combine en même tems avec la matière de la lumière, ou feu élémentaire; & que c'eſt dans cette combinaiſon que conſiſte la matière de la chaleur.

Cette matière de la chaleur, ou combinaiſon

de la lumière & de l'air pur, ne paroît pouvoir se former que lorsque ces substances rencontrent une base qui leur sert de matrice où elles puissent s'unir ; ainsi, par exemple, que l'air atmosphérique & l'air putride ne sauroient former les acides nitreux & marins, &c. que lorsqu'on leur fournit une base, qui est ordinairement une terre calcaire, comme dans les nitrières artificielles. C'est pourquoi, dans les régions élevées de l'atmosphère, la lumière & l'air pur ne peuvent contracter union, & il y a peu de chaleur. Mais dans les corps terrestres, ils se rapprochent, s'unissent, se combinent, & forment la matière de la chaleur. Cette chaleur ou ce feu se répand dans l'atmosphère, qu'elle échauffe plus ou moins. Elle est réfléchie par les différens corps, ce qui l'augmente encore. C'est pourquoi elle est plus vive dans une gorge, que dans une plaine ou sur une montagne.

Lorsque la lumière est trop foible, comme est celle de la lune, elle ne peut contracter cette combinaison. Il faut qu'elle ait une certaine intensité, comme celle du soleil, proche la surface de la terre, celle d'un corps incandescent, d'un brâsier ardent, &c.

La matière de la chaleur sera donc le fluide lumineux ou la matière éthérée, ou le feu élé-

mentaire, uni à un autre principe quelconque, qui paroît être l'air pur en petite quantité. Cette matière pénètre le globe & tous les corps qui sont à sa surface. C'est un fluide plus grossier que celui de la lumière, mais beaucoup plus délié que l'air. Ses molécules seront sphériques, élastiques, auront un mouvement gyratoire, &c. & comme la matière de la chaleur a plus de masse que celle de la lumière, elle produira de beaucoup plus grands effets que celle-ci, dont les molécules sont trop tenues.

Cette matière de la chaleur pourra être accumulée, condensée dans les corps, comme dans la chaux & formera le causticon.

Enfin, nous verrons ce même principe se surcharger d'air & d'eau, & pour lors il formera l'air inflammable.

Quelque fondées que paroissent ces idées sur la nature de la matière de la chaleur, il faut convenir qu'elles ne sont point encore démontrées. Aussi ne sont-elles pas admises par tous les Physiciens. Effectivement dans des matières aussi difficiles, il est aisé de multiplier les objections. Mais il faut s'en tenir à l'hypothèse qui donne la meilleure explication des principaux phénomènes, jusqu'à ce que de nouvelles expériences aient augmenté nos connoissances.

1°. On a attaqué cette théorie en faisant voir

que les expériences où Schéele avoit cru que l'air pur s'étoit combiné pour former la chaleur & ensuite dissipé à travers les vaisseaux, n'étoient point concluantes, ni celles où il avoit cru décompofer la matière de la chaleur pour en retirer l'air pur : & on a prouvé que cet air pur que Schéele avoit cru s'être échappé à travers les vaisseaux, sous forme de chaleur, se retrouvoit dans les nouveaux produits où il s'étoit combiné.

Il faut convenir qu'à cet égard Schéele s'étoit trompé, & qu'on retrouve dans les nouvelles combinaisons la plus grande partie de l'air pur absorbé. Mais cela ne détruit point l'opinion de Schéele, qui est d'ailleurs établie par d'autres faits.

2°. M. l'abbé Fontana a aussi combattu cette doctrine & lui a opposé les expériences suivantes. Si la matière de la chaleur étoit composée d'air pur, en échauffant des vases où seroit contenu de l'air pur, ils perdroient de leur poids. En conséquence il a pris de grands ballons de verre qu'il a fermés hermétiquement, & ensuite pesés très-exactement. Il les a échauffés par le moyen d'un grand réchaud qu'il a placé dessous. Ils n'ont rien perdu de leur poids. Cependant, dit-il, si la matière de la chaleur contenoit de l'air pur, celui qui étoit dans les ballons auroit dû

dû s'échapper ſous forme de matière de la chaleur, & dès-lors il y auroit un déficit dans le poids.

Mais ne peut-on pas répondre à ce célèbre Phyſicien que l'air pur du ballon n'eſt point celui qui contracte union avec la matière du feu pour conſtituer la matière de la chaleur; mais que c'eſt celui du dehors qui eſt en contact avec les charbons, & qui, brûlant avec eux, s'y combine? Car pour que la matière de la chaleur ſe forme, il lui faut une baſe où puiſſe ſe faire la combinaiſon.

3°. On pourroit encore objecter que dans cette hypothèſe, la matière de la chaleur devroit avoir un poids, puiſque l'air pur pèſe. Or nous avons vû qu'il paroît, par les expériences les plus délicates, qu'elle n'a aucun poids, & que même elle donne de la légéreté aux corps. Mais nous répondrons que l'air pur qui y eſt contenu, eſt en très-petite quantité, & que la matière du feu élémentaire ou de la lumière lui ôte de ſon poids.

Si on objectoit que cette réponſe n'eſt que ſpécieuſe, je ferai voir qu'un morceau de muſc, par exemple, peut donner une odeur très-vive pendant pluſieurs années, ſans perdre une partie ſenſible de ſon poids. Il peut donc auſſi ſe combiner dans la matière de la chaleur une quantité

d'air pur si petite, qu'elle n'aura pas un poids sensible, & cependant elle sera suffisante pour s'unir à la matière de la lumière.

Cette réponse est d'autant plus satisfaisante, qu'il paroît que c'est également la matière de la chaleur, qui s'unit aux parties odorantes & les rend volatiles.

4°. Une autre difficulté qu'on a proposée est que la matière de la chaleur traverse tous les vaisseaux, & que l'air pur au contraire y est retenu très-facilement, qu'ainsi il ne sauroit être une des parties constituantes de la chaleur.

Il est facile de répondre à cette objection. Dans la matière de la chaleur, l'air pur n'est point à l'état aériforme, & pour lors ses parties sont beaucoup plus tenues & peuvent traverser les vaisseaux.

D'ailleurs on ne doute plus que l'air volatilisé par un grand coup de feu ne soit perméable aux vaisseaux. M. de la Rouchefoucaud a fait voir que les cornues de grès sont très-perméables à l'air fixe ou acide, & que si l'on calcine la pierre calcaire dans de telles cornues, on n'obtient presque point d'air acide. C'est ce qui induisit en erreur beaucoup de gens éclairés dans les premiers momens que le docteur Black publia ses expériences sur l'air que la chaleur dégage de la chaux. On la calcinoit

dans des cornues de grès, & on n'obtenoit point d'air acide, ce qui faisoit douter de l'exactitude du procédé du célèbre professeur d'Edimbourg.

M. d'Arcet a opéré la combustion & la volatilisation du diamant, dans des vases de porcelaine fermés hermétiquement. Le même Chimiste a également brûlé du charbon dans de semblables vaisseaux de porcelaine fermés hermétiquement. Il faut donc ou que les principes du diamant, cette substance si dure & ceux du charbon, ou l'air pur, & vraisemblablement l'un & l'autre aient pu traverser ces vases de porcelaine.

Dans les nombreuses expériences qu'a faites M. Priestley, avec différentes espèces d'airs renfermés dans des tubes & exposés long-tems à la chaleur, on voit que lorsqu'il a cassé ces tubes sous l'eau ou sous le mercure, il y a eu toujours une perte d'air considérable.

Aussi on ne peut douter que les différentes espèces d'air, par le moyen d'un grand coup de feu, ne puissent traverser les vaisseaux de grès & de porcelaine. Mais la porcelaine est une véritable fritte vitreuse. Le verre seroit donc également perméable, s'il pouvoit supporter le même degré de chaleur.

Vraisemblablement les vaisseaux de grès, de

porcelaine, de verre, sont également perméables pour beaucoup d'autres substances. M. Priestley a fait voir que l'eau elle-même, dans un violent coup de feu, traverse les cornues de grès (1) : un grand nombre d'expériences nous présentent des pertes considérables dans les résultats. Lorsqu'on traite, par exemple, le charbon à un grand feu dans des vaisseaux fermés, il y a toujours un déchet. Ces exemples se multiplieront à mesure qu'on apportera plus d'exactitude dans les opérations chimiques. On verra qu'en recueillant à l'appareil au mercure tous les fluides aériformes qui se dégagent, & en ramassant tous les autres produits du corps soumis au feu, on verra, dis-je, qu'on aura toujours des déficit, qui ne peuvent être attribués qu'à ce qui s'échappe à travers des vaisseaux. Ces corps, ainsi volatilisés par la matière de la chaleur, sont atténués au point de pouvoir s'échapper avec elle.

5°. On a fait une autre objection qui paroît plus fondée. Il n'est pas nécessaire, dit-on, de supposer que la matière du feu élémentaire ou de la lumière, soit combinée avec l'air pur pour former la chaleur. Il suffit ou que le mouvement de ce feu élémentaire augmente,

(1) Journal de Physique 1785.

ou qu'il puisse s'accumuler dans les corps pour en mettre en mouvement les parties & les échauffer. C'est ce qu'il fera facilement par sa grande activité. Effectivement, c'est toujours l'activité de ce feu élémentaire qui dans l'autre hypothèse, donne l'énergie à la matière de la chaleur. Or il est prouvé par les faits que ce feu élémentaire ou fluide lumineux peut s'accumuler, & que son mouvement peut s'augmenter. Entre un grand nombre de faits qu'on pourroit apporter pour prouver cette assertion, on peut choisir celui des verres ardens. Tous les rayons lumineux qui tombent sur la surface de la lentille, ou du miroir, sont amoncelés par la réflexion ou la réfraction, dans un seul point qui est le foyer, & leur mouvement est prodigieusement augmenté.

Cette objection auroit toute sa force dans le systême de l'émission de la lumière. Mais en regardant avec les anciens & la plupart des modernes, la lumière comme l'effet de l'ébranlement d'un fluide immense, ainsi que les sons par exemple, sont l'effet de l'ébranlement de l'air ou du fluide sonore, il n'y a pas plus d'accumulation du fluide lumineux au foyer de la lentille ou du miroir concave, qu'il y en a des rayons sonores au foyer de l'acoustique ou du porte-voix. Lorsqu'on ramasse les rayons sonores

par le moyen de ces inſtrumens, il n'y a pas une plus grande quantité d'air à ce foyer de rayons ſonores, qu'il y en a à côté, & l'air n'y eſt point concentré. Mais ce foyer eſt agité d'un plus grand mouvement ſonore. C'eſt comme ſi on ſuppoſoit une bille d'ivoire, environnée dans l'eſpace d'un ſegment elliptique repréſentant la coupe de la lentille ou de l'acouſtique, d'un grand nombre d'autres billes, & qu'on donnât un choc à toutes celles-ci dans le même moment. Celle qui ſe trouvera au centre, au foyer, recevra toutes ces impreſſions, tous ces chocs, & acquerra un mouvement proportionné à ces différentes impulſions. Il lui ſera donc communiqué une grande quantité de mouvemens, ſans que les autres billes puiſſent être ſuppoſées ſe condenſer avec celle-ci.

Je ne crois donc point qu'il puiſſe y avoir accumulation du fluide lumineux ou feu élémentaire, ſous ſa forme naturelle. Sa ſubtilité prodigieuſe & ſa fluidité qui le font tendre ſans ceſſe à ſe mettre en équilibre, y ſont un obſtacle inſurmontable. Mais ce fluide peut acquérir un mouvement infiniment plus conſidérable que celui qu'il a dans ſon état naturel. De même que l'accumulation des rayons ſonores n'a point lieu, mais on peut faire paſſer le mouvement de différens rayons ſonores à un ſeul.

Il resteroit donc à dire que la chaleur seroit produite par l'augmentation du mouvement, dans les parties du feu élémentaire ou fluide lumineux, sans supposer que ce fluide s'accumulât. Ce mouvement augmenté ébranleroit les parties des corps, & produiroit les mêmes effets sur eux que la matière de la chaleur.

On pourroit même concilier cette opinion avec celle des Physiciens, qui croient que la chaleur est le produit du mouvement des corps. Ils pensent que le feu, la lumière & le frottement n'excitent de la chaleur qu'en mettant en mouvement les parties intégrantes des corps, qui s'échauffent par ce moyen. Ainsi, suivant ceux-ci, la cause première de la chaleur est cette agitation des parties des corps, dont un des effets est de mettre en mouvement le feu élémentaire ou fluide lumineux : suivant les autres au contraire cette agitation du feu ou fluide lumineux est la cause première de la chaleur dont le mouvement des parties des corps n'est qu'un effet. Dans l'une & l'autre opinion, les parties du corps échauffé & celles du fluide lumineux, sont également agitées, & produisent tous les phénomènes de la chaleur.

Nous avons déjà répondu que le fluide lumineux paroît beaucoup trop subtil pour pouvoir ébranler les parties des corps par lui-même,

Ainsi lors même que son mouvement seroit augmenté, il ne pourroit produire de la chaleur. Il faut qu'il soit uni, combiné avec une autre substance qui donne de la masse & du volume à ses molécules. Pour lors ne pouvant traverser les pores des corps avec la même facilité, il les ébranlera, les agitera, les dilatera, désunira, &c.; & c'est ce que fait la substance à laquelle il est uni dans la matière de la chaleur.

Quant à ce qu'on ajoute, que le frottement peut seul produire de la chaleur, nous sommes convenus que cela étoit peut-être possible; mais en même tems nous avons dit qu'il y a un trop grand nombre de phénomènes qui prouvent que la matière de la chaleur est une substance *sui generis*, pour qu'on puisse le révoquer en doute.

Il paroît donc que jusques ici nous sommes fondés à dire que la matière de la chaleur est une combinaison du fluide de la lumière, ou feu élémentaire, avec une substance quelconque, vraisemblablement l'air pur. Dans cette combinaison, la matière du feu ou de la lumière a néanmoins conservé assez d'activité pour produire tous les effets prodigieux dont la chaleur est la cause journalière.

Cette matière de la chaleur ayant plus de

masse que le feu élémentaire ou la lumière, peut s'accumuler dans les corps, ce que ne pourroient faire ces fluides trop subtils. Un corps échauffé, par exemple, une masse métallique incandescente contient une très grande quantité de matière de la chaleur.

Non seulement la matière de la chaleur peut être accumulée dans les corps, mais son mouvement peut être augmenté, comme celui de tout autre fluide, du fluide électrique, du fluide magnétique, &c. Les corps chauds contiennent beaucoup de matière de la chaleur, & cette matière y jouit de toute son énergie, ce qui n'a pas lieu dans les corps froids. Un exemple éclaircira ce que je veux dire. De l'eau qui ne tient suspendue ou dissoute qu'une petite portion de terre, de sels, de mucilage, &c. jouit de toutes ses propriétés. Mais si elle en est surchargé comme dans les gelées animales & végétales, les cristaux salins, &c. elle perd toute ou presque toute son activité. Il en est de même lorsqu'elle est mêlée avec une grande quantité de terre, &c. La chaleur qui ne se trouvera également qu'en petite quantité dans les corps, ne peut jouir d'aucune de ses qualités; mais elle les reprend lorqu'elle est en quantité suffisante. Elle recouvre son

activité en partie ou en totalité suivant qu'elle est plus ou moins abondante.

C'est ainsi qu'on peut concevoir que le mouvement de la chaleur est augmenté ou diminué. Lorsqu'elle n'est pas assez abondante dans les corps, ses effets sont trop foibles & sont presque nuls. Ils deviennent plus sensibles, lorsque la quantité de la matière de la chaleur est plus considérable. Enfin elle a toute son énergie, lorsqu'elle est aussi abondante qu'elle peut être. La présence de nos feux domestiques, celle du soleil, ses rayons ramassés au foyer des verres ardens, &c. paroissent augmenter de cette manière le mouvement de la matière de la chaleur, parce qu'ils en ajoutent une nouvelle quantité dans les corps; laquelle est suffisante pour en ébranler les parties, & lui permettre de jouir de toute son activité.

Le frottement augmente aussi la chaleur. Deux corps durs frottés avec force peuvent acquérir le plus grand degré de chaleur, comme le prouve la calcination de l'acier choqué contre le caillou. Les parties des corps frottés sont ébranlées, & leur force de cohésion vaincue pour un instant. La matière de la chaleur qui y est contenue seconde ce premier effort. Mais en même temps il se précipite des corps en-

vironnans de nouvelle matière de la chaleur.

Ainsi le frottement met en mouvement la matière de la chaleur, en agitant les parties des corps ; & la chaleur agite ces mêmes parties des corps, dont elle détruit souvent la force de cohésion. Ces deux choses, l'agitation des parties des corps & la matière de la chaleur, sont donc alternativement causes & effets.

Lorsque la chaleur est combinée, & qu'on lui fournit un moyen de se dégager, elle reparoît avec toutes ses qualités ordinaires. Ainsi de l'eau versée sur de la chaux, sur des acides, &c. en dégage la matière de la chaleur, & il s'excite une chaleur très considérable.

Un corps peut donc être échauffé par trois procédés différens, mais qui produisent les mêmes effets ; 1°. par le voisinage d'un autre corps plus chaud, tels que des corps embrâsés, les rayons du soleil seuls, ou ramassés par un verre, &c. 2°. par le frottement ; 3°. par le dégagement de la matière de la chaleur combinée.

Telles sont les idées qui me paroissent les plus vraisemblables sur cette question, dans l'état actuel de nos connoissances ; mais de quelque manière qu'on envisage ce que nous venons de dire, il est certain, 1°. que la matière de la chaleur est une substance *sui generis*,

2°. que le feu élémentaire ou la lumière s'y trouvent, mais n'y sont pas seuls; 3°. qu'ils y sont combinés avec quelqu'autre substance; 4°. que cette matière de la chaleur peut se combiner dans les corps; 5°. il est probable que cette substance avec laquelle le feu ou la lumière sont combinés dans la matière de la chaleur est une très-petite portion d'air pur.

DE LA CHALEUR COMBINÉE
(ou *Caustîcon*).

CETTE matière de la chaleur, dont nous avons parlé jusqu'ici, peut se combiner elle-même dans les corps & en devenir principe constituant : si dans cette combinaison elle conserve une partie de ses propriétés, que son activité ne soit pas détruite par des forces opposées & équipondérantes, le nouveau composé aura une énergie plus ou moins considérable. J'appellerai pour lors ce principe *chaleur combinée*, ou *causticon*. C'est ce que les anciens ont appelé *calidum*, *onctuosum*; Lémeri & beaucoup d'autres, matière du feu.

Nous le retrouverons dans un grand nombre de corps. La chaux vive, par exemple, qui a souffert une violente calcination, conserve une

grande quantité de ce causticon, ou matière de la chaleur combinée. Cette chaleur paroît même sous forme de feu ardent ou lumineux. Lorsqu'on humecte légèrement la chaux, elle peut enflammer des corps combustibles, &c. On ne peut par conséquent douter qu'elle ne soit la cause de la causticité de la chaux.

Les alkalis qui ont tant de rapport avec la chaux vive, contiennent encore le même principe, auquel est due toute leur activité.

Enfin, les acides eux-mêmes ne paroissent devoir leur énergie qu'au causticon, ou chaleur combinée. Nous ferons voir ailleurs combien ce principe de causticité est abondant dans ces substances ainsi que dans les huiles.

Chez tous ces corps le principe de causticité ou causticon est combiné, à la vérité. Mais il jouit encore de la plus grande partie de son activité; parce que son énergie ne se trouve point en opposition avec celle d'autres corps qui en aient une aussi considérable.

Mais il est facile de faire disparoître cette activité, en fournissant à ces substances d'autres corps aussi actifs avec lesquels elles puissent se combiner. Le nouveau composé n'aura plus, ou presque plus d'énergie suivant la nature de la combinaison. Ainsi de la chaux vive mêlée avec l'acide vitriolique forme un vitriol cal-

caire ou félénite qui eſt ſans activité. Ce même acide, mêlé avec du natron donne un vitriol de natron qui a peu d'activité ; enfin combiné avec le mercure, on a le vitriol de mercure, ou turbith minéral, qui eſt très-actif. Nous n'entrerons pas dans de plus grands détails qui ſe préſenteront dans le cours de l'ouvrage.

Mais il faut bien faire attention que cette chaleur combinée eſt abſolument indépendante de la quantité plus ou moins conſidérable de chaleur libre que contiennent tous les corps : de même que l'humidité plus ou moins conſidérable d'un corps eſt abſolument indépendante de ſon eau principe, de ſon eau combinée, qui entre dans ſa conſtitution. Car tous les corps qui ont beaucoup de chaleur combinée peuvent être à différentes températures, ou très-chauds, ou très-froids, ſans que leur nature change. Ces corps ont même dans leur état naturel beaucoup moins de chaleur ſpécifique ou latente, que beaucoup d'autres. La chaux vive, par exemple, a cinq fois moins de chaleur latente que l'eau commune ; les acides en ont auſſi beaucoup moins, quoique toutes ces ſubſtances aient une ſi grande quantité de chaleur combinée. Rendons ceci ſenſible par des comparaiſons.

Le vitriol de natron a 0,58 d'eau principe :

le tartre vitriolé en contient 0,08, & le nitre calcaire 0,25. Ces trois sels, exposés à la même température d'humidité, le sel de Glauber effleurit, le tartre vitriolé ne change pas, & le nitre calcaire tombe en déliquescence. Celui-ci a donc une grande affinité avec l'eau ou a une plus grande humidité latente; le tartre vitriolé en a moins que celui-ci, & le vitriol de natron en a encore beaucoup moins. Mais ces affinités sont absolument indépendantes de leur eau principe.

DU PRINCIPE INFLAMMABLE (ou *Phlogistique*).

LE principe de la matière de la chaleur combinée dont nous venons de parler, donne une grande activité aux corps qui le contiennent, mais ne peut les rendre combustibles. Il est donc différent du principe inflammable, ou principe de la combustion.

Mais ce principe inflammable est-il un seul & le même qui se retrouve dans tous les corps combustibles? ou ceux-ci sont-ils autant de substances simples ou élémentaires? Telle est la grande question qui partage aujourd'hui les Chimistes.

Stahl pensoit que le principe inflammable étoit un, & qu'il pouvoit passer d'un corps dans un autre. Je suis entièrement de l'avis de ce grand homme, & voici la manière dont je conçois la chose.

Le causticon ou matière de la chaleur, peut se combiner avec une certaine quantité d'air & d'eau. Il perdra pour lors une partie de son activité, & ne conservera plus de ses premières qualités que celle de pouvoir encore produire du feu & de la flamme en certaines occasions. Il prendra pour lors un autre nom, celui de principe inflammable : ce principe me paroît être l'air inflammable, que je regarde comme le vrai phlogistique de Stahl. Je vais rapporter ici ses propres paroles (Traité du soufre, page 56, traduction françoise de M. le Baron de Holbac).

« D'après ces points de vue, dit-il, je crois » être fondé à dire que premièrement relati- » vement au feu, ce principe sulfureux est non- » seulement un être approprié au mouvement » igné & même celui qui y semble uniquement » destiné. Mais encore, à parler raisonnable- » ment, ce principe est le feu corporel, la » vraie matière du feu, le vrai principe de son » mouvement dans toutes les combinaisons in- » flammables. Cependant, *hors de la mixtion*

» il

» *il ne donne point de feu, il se dissipe & se*
» *volatilise en parties invisibles, ou du moins il*
» *se produit simplement de la chaleur, qui est*
» *un feu invisible & très-divisé.*

» D'un autre côté, il est important d'obser-
» ver que cette matière ignée par elle-même,
» & sans le concours *de l'air & de l'eau*, ne
» se trouve ni atténuée ni volatile. Mais lorf-
» qu'elle a été une fois atténuée & volatilisée
» par le mouvement du feu & le contact de
» l'air libre, alors elle est d'une subtilité &
» d'une dilatation qui la rendent méconnoif-
» sable à tous les sens, au point qu'il n'y a
» plus moyen de la reconnoître, de la rappro-
» cher, ou de la rassembler, sur-tout si cela
» devoit se faire promptement & en grande
» quantité.

» D'après toutes ces réflexions réunies, j'ai
» jugé que l'on ne pouvoit donner à cette
» matière de nom plus convenable, que celui
» de la *matière* ou *du principe inflammable.* En
» effet, comme jusqu'ici on ne l'a pu retrou-
» ver ni reconnoître nulle part sans qu'elle fût
» combinée, & que par conséquent on ne peut
» point en donner de définition, ni lui donner
» une dénomination, d'après quelques proprié-
» tés qui lui conviennent uniquement, il me
» semble, il me paroît que rien n'est plus

» raisonnable que de la nommer d'après les
» effets généraux qu'elle produit, même dans
» ses dernières mixtions. Voilà pourquoi je lui
» donne le nom grec de *phlogiston*, phlogisti-
» que, inflammable ».

On voit que Stahl reconnoît que la *matière du feu est combinée* dans son phlogiston, qu'il regardoit comme une espèce de soufre, ainsi qu'on le faisoit de son temps; que *hors la mixtion il ne donne point de feu, mais produit seulement de la chaleur.* D'ailleurs Stahl connoissoit l'air inflammable, il savoit que de la dissolution du fer dans l'acide vitriolique, il se dégageoit une vapeur qui, à l'approche d'une bougie allumée, s'enflammoit. Ce sont toutes ces raisons, qui m'ont fait croire que le vrai phlogiston de ce grand Chimiste ne pouvoit être autre que l'air inflammable, qui n'étoit pas encore assez connu de son tems. Dans les Mémoires que je donnai sur cette matière (Journal de Physique, 1781 & 1782), je fis voir que le phlogistique ne pouvoit être autre chose que l'air inflammable. J'ai vu depuis, dans le même Journal (1784), que M. Kirwan pense comme moi à cet égard, & que M. Priestley paroît aussi regarder aujourd'hui l'air inflammable comme le phlogistique.

Cependant, il faut faire attention que l'air

inflammable n'eſt le phlogiſtique, que lorſqu'il eſt combiné dans les corps, c'eſt-à-dire, lorſqu'il n'eſt pas à l'état aériforme. Ainſi le phlogiſtique, ſuivant moi, ne ſera donc que cet air inflammable, dépouillé de la chaleur qui le tient à l'état aériforme, ou la baſe de l'air inflammable. Mais ceci ne change point la nature de l'air inflammable, de même que l'eau en vapeurs, ou l'eau liquide eſt toujours la même. Ce ſont ſeulement différentes manières d'être des corps.

Néanmoins, ſi l'on veut que l'eau en vapeurs ſoit différente de l'eau à l'état de liquidité, & de l'eau combinée dans les corps, & que par conſéquent l'air inflammable combiné, en ceſſant d'être à l'état aériforme, ſoit différent de l'air inflammable à l'état aériforme, j'y conſens; & pour lors le phlogiſtique ſera différent du véritable air inflammable, comme le prétend M. Senebier.

Le mot phlogiſtique eſt ainſi devenu indéterminé, même parmi ceux qui l'admettent. Les uns le regardent avec moi comme l'air inflammable; les autres reconnoiſſent bien le phlogiſtique dans l'air inflammable, mais ne veulent point qu'il y ſoit pur. C'eſt pourquoi je n'employerai point le mot *phlogiſtique*. Je me

servirai seulement de celui d'air inflammable, ou principe inflammable.

De célèbres Chimistes ont proposé une doctrine entièrement opposée, & ne veulent plus admettre de phlogistique dans les corps combustibles. Croyant que l'eau est composée d'air pur & d'air inflammable, ils soutiennent que tout l'air inflammable qu'on dégage des différens corps, vient de la décomposition de l'eau contenue dans ces corps, & nullement de ces corps eux-mêmes (excepté les huiles, la cire); qu'ils regardent comme des êtres simples, tels que le charbon, le soufre, le phospore, les métaux, &c. &c.

Mais dans cette hypothèse même, il y auroit toujours un principe inflammable, qui seroit le même dans un grand nombre de corps, savoir l'air inflammable, qui seroit une espèce de phlogistique; il se trouveroit dans toutes les substances animales & végétales, ainsi que dans le corps où on le soupçonnoit le moins, savoir, dans l'eau. Cette doctrine à laquelle on a fait revenir toute la chimie, ne peut être discutée dans ce moment. Nous aurons occasion d'y revenir dans tout le cours de cet Ouvrage. Nous ferons seulement observer que la supposition de regarder comme substances élé-

mentaires la plupart des corps combustibles, est bien éloignée des idées qu'ont eues jusqu'ici les plus grands Philosophes.

Nous allons résumer en peu de mots, tout ce que nous venons de dire sur cette matière difficile du feu & de la chaleur. Nous supposerons, comme le plus probable dans ce moment :

1°. Qu'il existe une matière éthérée, fluide de la plus grande subtilité, qui lorsqu'il est ébranlé par les corps à l'état d'ignition, produit de la lumière, comme l'ébranlement de l'air par les corps sonores, produit les sons.

2°. Que ce fluide lumineux ou matière éthérée paroît être homogène, & devoir être rangée au nombre des substances, dites élémentaires.

3°. Que ce fluide est le même que celui qu'on a désigné sous le nom de fluide igné ou feu élémentaire. Peut-être sont-ce deux fluides différens. Mais sans vouloir prononcer sur cette question, nous avons supposé que c'est un seul & même fluide qui produit des effets différens.

4°. Que les molécules de ce fluide sont sphériques, parfaitement élastiques, & ont beaucoup d'activité.

5°. Que ce fluide combiné avec un autre

principe plus groſſier, conſtitue la matière de la chaleur.

6°. Que le principe qui, combiné avec le fluide lumineux, conſtitue la matière de la chaleur, paroît être l'air pur, qui y eſt néanmoins en petite quantité.

7°. Que cette matière de la chaleur eſt un fluide qui ſe comporte comme tous les autres fluides. Il pénètre tout le globe & l'atmoſphère, comme l'eau ou l'air pénètrent tous les corps qui ſont plongés dans leur ſein, & dont les pores ſont aſſez larges pour leur permettre de s'y introduire; avec cette différence que le fluide de la chaleur eſt ſi ſubtil, qu'il n'eſt point de corps qui ne ſoit perméable pour lui. C'eſt dans cet état que je l'appelle chaleur libre ou chaleur ſenſible, ou ſimplement matière de la chaleur. Ce fluide cherchera partout à ſe mettre en équilibre, à la manière des autres fluides. Par conſéquent un corps échauffé placé auprès d'autres corps, leur communiquera de ſa chaleur juſqu'à ce que l'équilibre ſoit établi. Cette communication ſera en raiſon des maſſes, ſi les corps ſont homogènes.

8°. Les différens corps auront plus ou moins d'affinité avec cette chaleur, & en prendront par conſéquent des quantités inégales. Ce ſera

la chaleur latente, ou la chaleur ſpécifique. C'eſt comme l'humidité de l'air qui pénètre la plupart des corps, mais les uns plus que les autres, en raiſon de leur affinité avec l'eau. Ainſi étant donné un certain degré d'humidité dans l'atmoſphère, chaque corps en prendra une plus ou moins grande quantité, en raiſon de ſon affinité avec elle. L'alkali du tartre s'humectera plus que le natron. Il tombera en *deliquium*, au lieu que l'autre s'effleurira. Les ſels nitreux & marin calcaires s'humecteront, où le ſel de Glauber ou vitriol de natron tombera en pouſſière.

C'eſt cette chaleur reſpective des corps, qu'on appelle leur chaleur ſpécifique, comme on dit leur peſanteur ſpécifique. Quelle que ſoit la cauſe de l'affinité des fluides, la matière de la chaleur, comme toutes les autres ſubſtances, a plus ou moins d'affinité avec différens corps, ainſi que nous l'avons vu par les Tables rapportées ci-deſſus.

La chaleur latente ou ſpécifique ne ſe décèle point au tact, & la raiſon en eſt aſſez claire. Lorſqu'on expoſe, par exemple, pluſieurs corps à l'humidité, chacun s'humecte plus ou moins à raiſon de l'affinité qu'il a avec l'eau. De même pluſieurs corps expoſés à une certaine température, ne s'échaufferont pas tous

au même degré; mais ils prendront plus ou moins de chaleur, à raison de leur affinité avec cette substance. Nous avons vu que le docteur Martine & M. de Buffon ont prouvé que cette chaleur, en se communiquant aux corps, ne suivoit ni la raison de la dureté, ni celle d'élasticité, ni celle de la densité, ni celle du volume.

Je passe dans un lieu où il y a différens corps. Chacun me communique une chaleur proportionnée à la sienne. Un thermomètre placé dans le même lieu, prendra une température moyenne, à raison de l'affinité qu'a avec la chaleur la matière du thermomètre, parce que la chaleur cherche à se mettre en équilibre. Le thermomètre indique donc seulement la température moyenne de tous ces corps, ou celle de tels corps en particulier; par exemple, celle du mercure, s'il est composé de mercure: d'où on conclura celle de tous les autres, situés dans le même lieu, par le moyen des Tables de chaleur spécifique des différens corps. C'est pourquoi M. Black a appelé cette chaleur latente, parce qu'elle n'est pas sensible à la première apparence.

Mais si on met le thermomètre en contact avec ces différens corps, qu'on le plonge dans les liquides, si ce sont des liquides dont on

cherche la chaleur ſpécifique, ou qu'on pratique une ouverture dans les ſolides, pour y plonger la boule du thermomètre, pour lors il indiquera la différence de ces chaleurs ſpécifiques comme nous l'avons vu.

9°. La matière de la chaleur peut être combinée comme elle l'eſt dans la chaux, les alkalis, &c. &c. & pour lors elle n'eſt plus ſenſible. Je vais éclaircir ma penſée par une comparaiſon. Un morceau de bois très-poreux, une éponge plongés dans l'eau, en ſont imbibés. Mais ils contiennent d'ailleurs une eau *principe*, une eau combinée, qui fait une de leurs parties conſtituantes. L'air atmoſphérique pénètre également beaucoup de corps, qui d'ailleurs contiennent un air *principe*, un air combiné. Mais cette chaleur combinée eſt indépendante de la chaleur libre ou ſenſible, & de la chaleur latente. Une ſubſtance qui contient beaucoup de chaleur combinée, peut n'avoir qu'infiniment peu de chaleur ſenſible. On peut plonger dans un bain d'un froid prodigieux un morceau de chaux, qui ne perdra rien de ſa chaleur combinée ; ainſi qu'un corps qui contient beaucoup d'eau combinée, tel qu'un morceau de bois, peut être privé de toute humidité ſenſible par un grand deſſéchement. Pluſieurs ſels qui ont beaucoup d'eau de criſtalli-

sation, peuvent être tenus à l'état d'incandescence sans perdre cette eau.

10°. Cette chaleur ainsi combinée peut se dégager & reparoître avec toute son énergie; c'est ce qui arrive lorsqu'on verse de l'eau sur la chaux, les acides, &c. pour lors une partie de la chaleur combinée se dégage, & le corps acquiert une chaleur sensible très-considérable.

11°. Cette chaleur combinée ou causticon s'unissant avec une plus grande quantité d'air pur & beaucoup d'eau, forme le principe inflammable ou phlogiston de Stahl. Lorsque ce phlogiston aura assez de chaleur libre pour être réduit en vapeurs ou à l'état aériforme, ce sera l'air inflammable. Peut-être même ne peut-il passer à cet état que par le concours d'une grande quantité d'eau. Car le fer, le zinc, le charbon, &c. tenus long-tems à un très-grand feu, dans des vaisseaux fermés, & ne donnant plus d'air inflammable, en donneront encore si on leur rend de l'eau. C'est ce que l'on fait, en faisant passer de l'eau au travers un canon de fer incandescent, ou un tube de porcelaine, ou de toute autre matière dans lesquels on a placé du fer, du zinc, du charbon, &c. parce que la volatilité de l'eau favorise l'état aériforme du phlogiston ou de l'air inflammable.

DU FROID.

PLUSIEURS Phyficiens, parmi lefquels fe trouve le célèbre Muffenbroeck, ont cru que le froid étoit une fubflance réelle, diflinĉte. Ils la regardoient comme compofée de particules falines, nitreufes, &c. parce que dans certaines circonftances, ces fels augmentent beaucoup l'intenfité du froid.

Mais il paroît par tout ce que nous avons dit, que le froid n'eft pas un corps particulier. Il n'eft qu'une diminution de la chaleur qui exifte toujours dans la nature.

Le froid peut être augmenté par plufieurs moyens, 1°. par le contact de corps plus froids, parce que la chaleur, comme tout fluide, cherche toujours à fe mettre en équilibre. Par conféquent fi on met des corps froids auprès d'un corps chaud, celui-ci leur communiquera de fa chaleur, ce qui diminuera la fienne. 2°. L'évaporation eft un fecond moyen pour augmenter le froid. En plongeant fouvent un thermomètre dans de l'éther & l'expofant à l'air, l'évaporation de cette liqueur fi volatile, fera defcendre le thermomètre plufieurs degrés au-deffous de zéro. C'eft que l'éther ne peut

s'évaporer que par le moyen de la matière de la chaleur. Il en épuise donc la boule du thermomètre. L'eau & toutes les liqueurs spiritueuses produisent le même effet, mais pas aussi promptement, parce qu'elles ne sont pas aussi volatiles que l'éther.

Un troisième moyen d'augmenter le froid, est de mêler à de la glace pilée des substances salines. Par la grande affinité que ces substances ont avec l'eau, elles font fondre la glace. Mais nous avons vu que pour fondre la glace, il faut 58° degrés de chaleur d'une égale quantité d'eau. Ces substances salines elles-mêmes ont une très-petite quantité de chaleur d'après les Tables. Il faut donc que cette chaleur vienne des corps voisins. Ils seront donc épuisés de leur chaleur; & on pourra ainsi porter le froid à un degré excessif.

Les effets du froid sont bien opposés à ceux de la chaleur. Celle ci étant un fluide particulier, s'insinue entre les parties des corps, les gonfle, les dilate, les raréfie : c'est comme l'eau qui, en s'insinuant dans des corps secs, par exemple, dans du bois, le gonfle, le dilate. Enfin, lorsque la chaleur est assez considérable, elle réduit les corps en vapeurs, & ils éprouvent pour lors une expansion qui est presque incommensurable.

L'action du froid est absolument opposée. Elle condense plus ou moins les corps, excepté quelques-uns. Le froid n'étant point une substance réelle, cette condensation ne peut en dépendre immédiatement. Elle n'a lieu que parce que la chaleur cessant d'agir, *la force propre*, qui fait cristalliser tous les corps, & cherche à en rapprocher les parties, exerce pour lors toute son activité. Mais cette force a certaines limites qui nous sont encore inconnues, & qui sont bornées. Un corps ne peut par conséquent se condenser qu'à un certain point.

D'ailleurs, la matière étant impénétrable, la condensation aura donc nécessairement des bornes. Elle ne pourroit aller tout au plus que jusqu'au point où tous les pores du corps refroidi disparoîtroient ; & c'est un terme qui nous est encore inconnu. Voilà donc deux inconnus qui nous empêchent de pouvoir jamais connoître quels seroient les derniers effets du froid. Nous ignorons également quels seroient ceux de la plus grande chaleur.

Cette force de condensation, produite par le froid, a une très-grande énergie. L'eau réduite en glace en présente une preuve frappante. On sait qu'on fait éclater un canon plein d'eau & parfaitement fermé, en l'exposant à un froid suffisant pour congeler l'eau ; cette rupture est

occasionnée d'un côté par la dilatation que prend l'eau en se congelant, & de l'autre part par la condensation qu'éprouve le canon lui-même. Cette expérience bien surprenante fait voir quelle est l'énergie de la force qui fait combiner les corps, & cristalliser toute la matière : c'est encore une nouvelle preuve que cette force ne dépend point de l'attraction ; car les parties de l'eau seroient plus attirées par les parois latérales du canon, qu'elles ne le seroient entre elles, puisque les parois du canon ont plus de densité & plus de masse.

Mais ces phénomènes nous annoncent d'un autre côté, quelle est l'énergie de la matière de la chaleur, pour pouvoir résister sans cesse à cette force de cohésion de la matière, par exemple, à celle de l'eau qui tend continuellement à l'état de congellation. Car l'eau sans la matière de la chaleur, seroit toujours congelée. Nous ne pouvons prendre une idée vraie des forces actives de la nature, qu'en considérant l'ensemble de ses opérations.

Ne soyons donc plus surpris des effets que nous voyons produire à la matière de la chaleur, dans la fusion des matières les plus dures, dans l'expansion des corps réduits en vapeurs, &c. car son activité est encore infiniment plus considérable que nous ne pourrions

l'imaginer au premier coup d'œil. Cette énergie de la matière de la chaleur vient de celle des parties premières qui la composent, leurs forces ne sont point opposées, ne sont point *in nisu*, & donnent aux molécules de la matière de la chaleur, un mouvement gyratoire des plus vifs.

Néanmoins la matière de la chaleur, quelque fluide qu'elle paroisse, & quoique la cause de toute liquidité, peut aussi se combiner avec d'autres corps, & se combine continuellement. Dans cet état, elle perd la plus grande partie de sa force ; c'est-à-dire, que sa force est *in nisu*, ou en équilibre avec d'autres forces à peu près équivalentes. Son activité est pour lors comme nulle. Le froid en prend la place ; c'est-à-dire, que la force de cohésion qui fait tout combiner, tout cristalliser, reprend son énergie ; & nous aurions bientôt des froids excessifs à la surface du globe, s'il n'existoit pas des causes sans cesse subsistantes, qui contrebalancent cet effet. Ces causes paroissent être la chaleur centrale & la présence du soleil.



DE LA CHALEUR CENTRALE ET DE CELLE DU SOLEIL.

A Notre latitude de 49 degrés, la chaleur centrale paroît être d'environ 10 degrés $\frac{1}{4}$. C'eſt ce que l'on peut conclure des obſervations qui ſe font depuis un ſiècle, dans les galeries ſouterraines de l'Obſervatoire de Paris. Ces galeries ſont environ à 80 pieds de profondeur. Le thermomètre ne paroît pas y varier, & s'y ſoutient en tout temps à environ 10 degrés $\frac{1}{4}$. On avoit cru y appercevoir, il y a quelques années, une petite variation. Mais M. Meſſier a fait voir qu'elle tenoit à des cauſes étrangères, telles que des communications pratiquées avec l'air extérieur, &c. Ces communications fermées, le thermomètre eſt revenu à ſon état naturel.

Tous les corps terreſtres participeront donc à cette chaleur du globe, puiſqu'ils en ſont partie. Ce ſera une des premières cauſes de leur chaleur.

On a recherché quelle pouvoit être la cauſe de la chaleur centrale. Les uns l'ont attribuée à des feux ſouterrains; d'autres ont regardé la

terre comme un soleil éteint, ou comme une portion détachée du soleil, qui par conséquent avoit conservé une portion de sa chaleur primitive.

J'ai fait voir que la terre avoit cristallisé par les eaux (1). Or, cette cristallisation n'a pu s'opérer qu'autant que l'eau a été liquide, & a eu une chaleur suffisante pour dissoudre tous les corps terrestres par le moyen des acides. Les parties élémentaires qui composent le globe avoient donc une chaleur quelconque avant que de se combiner. Ils l'ont conservée, & c'est la première origine de la chaleur centrale de la terre, laquelle s'est communiquée à l'atmosphère.

Mais le globe & l'atmosphère se refroidissent sans cesse comme tous les autres corps : ce refroidissement est à un tel degré, à la surface de la terre, qu'on y éprouve les froids les plus vifs, lorsque le soleil ne l'éclaire plus, comme il arrive quelquefois dans les régions polaires, ou ne l'éclaire que peu de tems, comme pendant les tems d'hiver.

C'est donc cet astre qui influe le plus sur la chaleur de la surface de la terre, comme l'a prouvé M. de Romé de Lisle. Sous la ligne

(1) Journal de Physique 1781, & ailleurs.

que le soleil éclaire toute l'année douze heures chaque jour, & où ses rayons approchent beaucoup de la verticale, la chaleur y est toujours considérable, & bien au-dessus de 10°. Car dans le jour elle va jusqu'à 28°, 30°, & même dans les grandes plaines de sable, jusqu'à 40°, 50°, & au-delà. Il descend un peu dans les nuits, qui sont toujours fraîches, mais jamais à zéro, & le plus souvent il se tient beaucoup au-dessus de 10°.

Dans les régions polaires, il y fait des froids excessifs, qui vont à 30°, 40°, & même à 70 degrés au-dessous de zéro, dans l'hiver. Il est vrai qu'en été la présence du soleil, qui demeure si long-tems sur leur horison, y produit une chaleur presqu'aussi forte qu'entre les Tropiques, également de 28 à 30 degrés au-dessus de zéro. Mais cette saison chaude ne dure que trois ou quatre mois, le tems que le soleil demeure sur leur horison. Ces régions doivent donc plus perdre de leur chaleur le reste de l'année, qu'elles n'en acquièrent pendant ce tems. Aussi, d'après les observations, la région des glaces paroît-elle s'étendre aux Poles. La Torride au contraire, qui reçoit journellement à sa surface une chaleur au-dessus de 10°, souvent de 30°, & plus, doit augmenter en chaleur. Il faudroit pendant des siècles,

faire des obſervations ſuivies dans des ſouterreins, à ces deux extrêmes de froid & de chaud, comme on en a fait à Paris, pour s'aſſurer des effets de cette chaleur & de ce froid.

On a prouvé, par la comparaiſon des obſervations thermométriques, qu'à notre latitude, les froids moyens ſont de 6° au-deſſous de zéro, ou 994°, en ſuppoſant le thermomètre diviſé en 1000 parties, ou 1010—16, en ſuppoſant 1010°, la chaleur moyenne de la terre; & nos plus grands chauds moyens vont à 26° au-deſſus de zéro, ou 1010+16°. Il paroît que dans le courant de l'année, il y a à peu près le même rapport entre le chaud & le froid. Il doit donc y avoir à peu près compenſation. Par conſéquent la chaleur du globe ne doit ni augmenter ni diminuer à cette latitude. Auſſi n'y a-t-on apperçu aucune variation depuis plus de cent ans qu'on obſerve à Paris.

Sur les hautes montagnes toujours couvertes de neige, même dans la Zone Torride, la chaleur du globe doit diminuer comme aux Poles. Effectivement les glaciers paroiſſent s'y étendre comme au Grindvald, en Suiſſe, où l'on voit aujourd'hui au milieu des glaces des anciennes habitations des hommes.

Mais en ſuppoſant comme il paroît prouvé, que la chaleur extérieure des pays ſitués entre

les Tropiques ou aux environs, augmente la chaleur du globe, & que le froid extérieur des Zones glaciales la diminue, on sent que l'équilibre doit se rétablir journellement, parce que la chaleur d'une de ces contrées passera à l'autre par les couches intérieures du globe, ce qui doit par conséquent donner des bornes à la chaleur des pays chauds comme aux froids des régions glaciales.

Si on veut remonter à la cause première de la chaleur des élémens qui composent le globe, on la trouvera dans les frottemens qu'exerçoient ces élémens les uns contre les autres avant leurs combinaisons, & en cherchant à se combiner. Nous voyons encore que tous les corps acquièrent en se combinant, plus ou moins de chaleur. Lorsqu'on verse des acides concentrés sur des terres, des métaux, des huiles, &c. il se produit une chaleur plus ou moins considérable.

La chaleur centrale, & sur-tout la présence du soleil, sont donc les deux causes principales qui entretiennent la chaleur qui existe à la surface de la terre. Dès que celui-ci s'éloigne, c'est-à-dire, est moins long-tems sur notre horison, & que ses rayons y tombent plus obliquement, la chaleur diminue : les corps solides se refroidissent, & les liquides passent à l'état de solidité.

Si le soleil s'éteignoit, ou que la terre s'en éloignât beaucoup, pour lors la chaleur qui est à la surface de la terre diminueroit continuellement. Un froid excessif prendroit la place de la température douce qui y regne. L'eau se congéleroit, tous les êtres vivans périroient: la chaleur centrale se porteroit sans cesse vers cette surface glacée, & diminueroit dans la même proportion. Enfin, le globe parviendroit à un degré de froid que nous ne concevons pas.



DES FLUIDES ET DES CORPS A L'ÉTAT AÉRIFORME.

IL paroît par tout ce que nous avons dit, que la matiere de la chaleur eſt le principe de la fluidité. Car tous les corps, dans leur état ordinaire, ſont ſous forme ſolide, par l'action continuelle de leur force de cohéſion, de la force qui fait tout criſtalliſer; & nous avons vu, en parlant de la congélation de l'eau, que cette force de cohéſion eſt immenſe. La dureté du diamant & des autres pierres précieuſes, celle de l'acier, &c. prouvent la même choſe.

Mais la matière de la chaleur libre a une énergie encore plus conſidérable que la force de cohéſion. Animée d'un mouvement gyratoire très-vif, & ayant une figure ſphérique; elle cherche, comme tous les fluides, à ſe mettre en équilibre; elle pénétrera donc tous les corps, dont les pores lui ſont ouverts à cauſe de ſa grande ſubtilité. Elle vaincra leur force de cohéſion, & en tiendra les molécules dans un état de liquidité. Ceux chez qui cette force de cohéſion eſt moindre, cèdent plus ou moins facilement à l'action de la chaleur & ſe liquéfient avec plus ou moins de facilité.

Il en est un grand nombre, que la chaleur ordinaire, qui règne à la surface de la terre, suffit pour tenir liquides; tels sont les airs, ensuite les acides, les liqueurs spiritueuses, les huiles essentielles, le mercure, &c. enfin, l'eau qui se gele plus promptement.

Si la chaleur augmente, non-seulement les corps sont dissous ou fondus, mais ils sont réduits en vapeurs, & prennent l'état aériforme. Ainsi l'éther est réduit en vapeurs au 40e degré au-dessous de zéro, l'eau au 80e, le mercure au 300e, &c.

Une circonstance essentielle à observer dans les corps qui passent à l'état aériforme est l'action de la pression de l'atmosphère. En diminuant cette pression, les corps n'exigent plus le même degré de chaleur pour être réduits en vapeurs. L'eau entre en ébullition à un degré de chaleur plus foible, lorsque le baromètre est bas, que lorsqu'il est élevé, sur une haute montagne que dans la plaine. La matière de la chaleur a pour lors un obstacle de moins à vaincre.

Ces corps en vapeurs reparoissent sous forme liquide, dès que cette grande quantité de chaleur les abandonne. La chaleur diminue-t-elle encore; ils passent à l'état de solidité.

Voilà donc trois états où un corps peut se

trouver : 1°. sous celui de solidité ; 2°. sous celui de liquidité ; 3°. sous celui de vapeurs.

Il est toujours le même dans ces trois états, quoique néanmoins il ait quelques propriétés particulières.

Sous forme solide, il se comporte à la manière des solides.

Sous forme liquide, il suit les loix des liquides.

Sous forme de vapeurs, il suit celles des fluides aériformes.

Mais, sa nature n'a point changé ; l'eau en vapeurs, ou l'eau liquide, ou l'eau en glace, est toujours la même. Le mercure congelé ne diffère pas du mercure liquide ou du mercure en vapeurs.

Le corps qui passe de l'état de vapeurs à celui de liquidité, doit perdre de sa chaleur libre, de même que celui qui passe de l'état de liquide à celui de solide ou de congélation.

Par conséquent ces corps, dans ces trois états, ne different que par la quantité plus ou moins grande du principe de la chaleur libre. La fluidité des corps & leur état de vapeurs, doivent être regardés comme de véritables dissolutions par cette chaleur. Elle brise l'aggrégation des corps, fait disparoître leur solidité, & les réduit à l'état de fluidité ou de vapeurs.

Lorſque les corps ceſſent d'être en vapeurs ou fluides, la chaleur les abandonne, ſe dégage & ſe fait appercevoir le plus ſouvent au dehors. Par exemple, quand l'eau ſe congèle, ſi l'opération ſe fait tranquillement, le thermomètre peut deſcendre quelques degrés au-deſſous de la congélation; mais à l'inſtant que la congélation arrive, on le voit remonter au-deſſus de zéro, puis il redeſcend pour ſe fixer à zéro. La même choſe a lieu dans un grand nombre de criſtalliſations. Lorſqu'on a amené ces diſſolutions au point de criſtalliſer, ſi on imprime un petit mouvement à la liqueur, auſſi-tôt elle criſtalliſe, & on éprouve une chaleur ſenſible.

C'eſt encore un phénomène digne de remarque, qu'un léger mouvement imprimé à une liqueur ſaline prête à criſtalliſer, ou à de l'eau qui eſt ſur le point de ſe congeler, hâte & la criſtalliſation & la congélation. Sans doute que cette foible ſecouſſe aide à dégager la petite portion du principe de la chaleur qui demeuroit encore unie à ces ſubſtances.

Parmi les corps aériformes, les uns ne peuvent demeurer à cet état que par la plus violente chaleur, tels ſont l'or, l'argent, &c., & ils redeviennent ſolides dès que cette grande chaleur les abandonne.

Il y en a d'autres à qui il faut une bien

moindre chaleur, tels sont l'eau, les liqueurs spiritueuses, l'éther, &c.

De troisièmes corps réduits en vapeurs ne se condensent point par le froid ordinaire de la nature, & restent sous forme de vapeurs permanentes, tels sont l'air alkalin, l'air fixe, l'air acide spathique, l'air acide marin, &c. Mais dès que ces vapeurs ont le contact de l'eau, elles sont absorbées & elles quittent leur état aériforme.

Enfin il est une quatrième espèce de corps qui sont dans un état constant de vapeurs, ou à l'état aériforme, & ne sont jamais condensés par aucun des froids que nous connoissions. Cependant il se pourroit, il est même probable que des froids plus rigoureux les condenseroient. Ces fluides aériformes permanens sont toutes les espèces d'air, l'air pur, l'air inflammable, l'air phlogistiqué, l'air nitreux, &c. Peut-être devrions-nous mettre dans cette classe le fluide électrique, le fluide magnétique, & même le fluide lumineux.

Il est un moyen de faire perdre à ces corps leur état aériforme : c'est de les combiner avec d'autres corps. Car l'air pur & l'air nitreux, combinés ensemble, se résolvent en une liqueur qui est l'acide nitreux. L'air inflammable & l'air phlogistiqué paroissent entrer dans l'alkali volatil, &c.

Tous ces corps, en quittant l'état aériforme pour redevenir solides, ne perdent rien que cette portion de chaleur qui les tenoit en état de vapeurs. L'eau en vapeurs ou l'eau liquide est toujours la même. Seulement dans le premier état elle a une plus grande quantité de chaleur libre qui la vaporise.

Cependant il faut se rappeler ce que nous avons dit précédemment, qu'un corps très-volatil perd de sa volatilité en se combinant avec un corps plus fixe que lui. L'eau de cristallisation des substances salines, par exemple, peut dans cet état, supporter un degré de chaleur bien supérieur à celui qui est nécessaire pour la réduire en vapeurs. Il en est de même des airs.

L'air pur à l'état aériforme ne paroîtroit différer de l'air pur sous forme solide, combiné, par exemple, dans les acides, que parce que dans ce dernier cas, il contiendroit une moindre quantité de chaleur libre. On croiroit également que l'air inflammable à l'état aériforme ne diffère de l'air inflammable combiné dans les huiles, par exemple, que parce que dans ce dernier cas sa chaleur libre est bien moins considérable. Cependant les acides & les huiles ont toujours un degré de chaleur supérieur à celui qu'exigent les airs pour être tenus

à l'état aériforme. Mais dans cet état les airs sont combinés avec l'eau, &c. qui leur communique une partie de sa fixité.

Tous les corps à l'état aériforme paroissent être sous forme vésiculaire. C'est ce que prouvent plusieurs faits.

1°. Les brouillards brisent les rayons de lumière, comme les gouttes d'eau, & font appercevoir des iris. Or, il est prouvé qu'il n'y a que des globules sphériques qui produisent cet effet.

2°. Je me suis souvent amusé à exposer la vapeur des fruits cuits ou de toute autre substance, entre mon œil & une bougie, & j'y distingue d'une manière très-marquée les couleurs de l'iris.

3°. Les vapeurs des liqueurs chaudes, par exemple, celles du café, paroissent visiblement sphériques, comme l'ont observé MM. Kraftensten & de Saussure. Quand elles retombent sur la liqueur, on les voit rejaillir comme de petits ballons.

C'est un phénomène assez singulier que tous ces corps aériformes soient réduits en vapeurs vésiculaires & sphériques par l'action de la chaleur. Les molécules des fluides paroissent également sphériques, comme je l'ai prouvé dans mon Mémoire sur les fluides. Or la flui-

dité ne paroît venir que de la matière de la chaleur. Mais comment la matière de la chaleur peut-elle faire affecter la figure ſphérique à tous les corps ? & comment peut-elle leur donner cette force prodigieuſe qu'ont les vapeurs ? Au reſte, de quelque manière que la chaleur agiſſe pour produire ces vapeurs véſiculaires, il eſt certain que ces véſicules ſont remplies de la matière de la chaleur.

Pourroit-on comparer la formation de ces vapeurs véſiculaires, par le moyen de la matière de la chaleur, à celle des véſicules d'eau de ſavon, qu'on fait en ſouflant avec un petit chalumeau dans une diſſolution de ſavon ? On ſait que l'air ne peut s'échapper à travers les parties viſqueuſes du ſavon, & y eſt retenu. Mais agiſſant en tout ſens à la manière des fluides, & cette pellicule d'eau ſavoneuſe cédant à ſon effort, elle doit s'arrondir en forme de petits ballons; & effectivement les enfans forment, avec un peu d'adreſſe, de ces petits ballons d'eau ſavoneuſe, qu'ils font voltiger en l'air, & qui réſiſtent encore aſſez de tems à ces petits jeux. La matière de la chaleur doit agir ſur les corps qu'elle réduit à l'état aériforme de la même manière que l'air agit ici ſur l'eau de ſavon. Preſſant à la manière des fluides en tout ſens, elle doit en former de petits ballons, dont

l'enveloppe eſt la ſubſtance de ces corps eux-mêmes. C'eſt, je crois, tout ce que nos connoiſſances actuelles permettent de dire ſur cet objet.

On doit conclure de ceci que les molécules des corps à l'état aériforme ne peuvent plus paſſer où ils paſſoient auparavant, parce qu'elles ont, ſous forme de véſicules, plus de volume. L'acide nitreux traverſe du papier & d'autres corps, qui ſont imperméables à l'air pur & à l'air nitreux, dont il eſt compoſé.

Toutes les eſpèces d'air à l'état aériforme doivent donc être regardées comme des vapeurs véſiculaires, également remplies de la matière de la chaleur libre. Lorſqu'ils ſe combinent, ils perdent de cette chaleur, ceſſent d'être ſous forme véſiculaire, & ſont réduits à l'état de ſolidité, comme il arrive aux autres corps qui ceſſent d'être ſous forme de vapeurs. C'eſt ce que nous allons voir, en traitant des différentes eſpèces d'air que la Chimie a découvertes juſqu'à ce moment.



DE L'AIR ATMOSPHÉRIQUE.

L'AIR commun, l'air atmoſphérique, n'eſt point homogène. Il eſt compoſé d'un grand nombre de ſubſtances, entre leſquelles on diſtingue l'air pur ou déphlogiſtiqué, qui en paroît faire à peu près le quart. L'air impur ou phlogiſtiqué y eſt beaucoup plus abondant, & en conſtitue la majeure partie.

On y a auſſi ſoupçonné de l'air inflammable, principalement dans les hautes régions de l'atmoſphère, où il doit s'élever par ſa grande légéreté. Mais nous verrons que l'air inflammable ſe décompoſe, lorſqu'il eſt verſé dans une grande quantité d'air pur ; tout celui qui ſe dégage des différentes ſubſtances doit donc ſe décompoſer dans l'atmoſphère. Auſſi n'y a-t-on jamais trouvé d'air inflammable.

Il paroîtroit qu'il devroit auſſi s'y rencontrer très-ſouvent de l'air acide, que nous verrons ſe produire dans un grand nombre d'occaſions, de l'air alkalin provenant de la putréfaction des matières animales & végétales, de l'air ſulfureux volatil, de l'air acide marin, de l'acide nitreux, de l'air hépatique, &c. Néanmoins on ne trouve ordinairement aucune

de ces ſubſtances dans l'air atmoſphérique. Il faut donc que, comme l'air inflammable, elles ſe décompoſent dans le vague de l'air. Le plus ſouvent, elles ſont diſſoutes par l'eau, & ſe précipitent avec elle ſous forme de pluie, de roſées. D'autres fois, elles ſe rencontrent dans des brouillards très-fétides, &c.

Indépendamment de ces différentes ſubſtances aériformes, l'air atmoſphérique eſt toujours chargé d'une grande quantité d'eau, & autres fluides réduits en vapeurs ou à l'état aériforme: telles ſont les différentes émanations des plantes, leurs eſprits recteurs, leurs huiles eſſentielles, les *effluves* des animaux & ceux de toutes les matières animales & végétales en fermentation, qui conſtituent ce que la Médecine appelle particulièrement *miaſmes*, comme celui de la peſte, & de beaucoup d'autres maladies contagieuſes. Ces miaſmes échappent également à nos inſtrumens. Ils ſont trop fugaces pour que nous puſſions les ſaiſir.

L'atmoſphère contient encore des parties terreuſes qui y ſont ſuſpendues par leur grande diviſion. On les apperçoit facilement à travers un rayon de lumière, introduit dans une chambre obſcure. Ces parties ſe dépoſent continuellement. C'eſt ce qu'on voit d'une manière très-ſenſible ſur les corps très-polis, comme

ſur

ſur les tables de marbre. Ces molécules ſont ſans doute ainſi élevées par les vents, & ſe ſoutiennent enſuite par leur extrême diviſion.

Enfin, il ſe trouve dans l'atmoſphère, un grand nombre de ſemences, ſur-tout celles des plantes microſcopiques & moiſiſſures qui ſe dépoſent par-tout, & germent ſur les matières qui leur conviennent. Il y a auſſi un grand nombre d'inſectes & d'animaux microſcopiques qui vivent ou ſe tiennent le plus ſouvent dans le vague de l'air.

L'air atmoſphérique eſt encore mêlé avec les grands fluides de l'univers, tels que le fluide lumineux, l'électrique, le magnétique, la matière de la chaleur libre, &c.

On voit que l'atmoſphère terreſtre eſt une eſpèce de cahos, un aſſemblage d'un grand nombre de ſubſtances dont une ſeule cependant poſſède les vraies qualités de l'air, ſavoir, de pouvoir entretenir la vie des animaux & la combuſtion des corps.

La Chimie moderne eſt parvenue à ſéparer une partie de ces différentes eſpèces d'air. Elle a plus fait : elle a l'art de les produire, & peut les ſoumettre à différentes épreuves ; par ce moyen elle a conſtaté un certain nombre de leurs propriétés. Mais les données ne ſont pas encore aſſez certaines, & laiſſent beaucoup à

desirer. Les expériences nouvelles en augmentant les connoissances ont également multiplié les difficultés.

Nous ne nous occuperons pas dans ce moment des autres qualités de l'atmosphère ; telles que son étendue, ses mouvemens réguliers & irréguliers, &c. &c. Nous nous bornerons à considérer la nature & les propriétés des différentes espèces d'air.

Les premiers Philosophes qui auront considéré d'un œil attentif les grands phénomènes de la nature, ont vu qu'il se dégageoit des fluides aériformes dans un grand nombre d'opérations, telles que la fermentation vineuse & putride, l'effervescence produite par le mélange de différentes substances, la combustion en vaisseaux fermés, &c. &c. L'expérience avoit appris que dans la distillation des différens corps, il s'échappoit une si grande quantité de ces fluides, qu'ils brisoient les vaisseaux, si on ne leur laissoit des issues.

Ces expériences devoient être connues des plus anciens Philosophes, puisqu'ils ont toujours mis l'air au nombre des substances élémentaires, ou parties principes des corps. Quelques-uns même tels qu'Anaximène, ont cru que l'air étoit l'unique élément. Mais les écrits de ces savans n'étant point parvenus jusqu'à

nous, nous ne pouvons ſavoir juſqu'où s'étendoient leurs lumières ſur ces objets.

C'eſt des Chimiſtes Arabes que nous tenons nos premières connoiſſances actuelles à cet égard. Geber paroît avoir vu que dans la combuſtion des corps & la calcination des métaux l'air étoit abſorbé, que dans d'autres occaſions il en étoit dégagé. Ses ſucceſſeurs s'en occupèrent auſſi. Ils appeloient *ſpiritus ſylveſtre*, *eſprit ſauvage*, l'air qui ſe dégageoit de la fermentation, du charbon en combuſtion, &c. parce que cet air étoit mortel. Ils croyoient que c'étoit l'air atmoſphérique chargé de parties étrangères qui le vicioient à ce point.

Les Auteurs de ces tems, qui s'occupèrent des mines, parlèrent auſſi de ces vapeurs aériformes qu'on y rencontre, qui éteignent les lumières, tuent les ouvriers, détonent avec fracas, &c. Ils les appelèrent *moffetes*, mouphettes, *feux briſous*, &c. d'où eſt venu le nom général d'air mofétique ou méphitique à tout air qui ne peut ſervir à la reſpiration ou à la combuſtion.

Vanhelmont s'occupa plus ſpécialement de cette partie de la Chimie ; & ce qu'il dit ne permet pas de douter que ſes opérations n'aient été très-exactes. En diſtillant ſoixante-deux parties de charbon, il en a retiré ſoixante &

une de fluides aériformes, & il ajoute : *Ces fluides ne sauroient y être sous cette forme ; rien ne sauroit les retenir. Mais ils y sont sous forme concrète comme fixés, comme coagulés.* Il leur donne le nom de *gas* (1), & fait voir que leurs propriétés sont différentes de celles de l'air atmosphérique.

Rey prouva ensuite très-bien que l'air se combinoit dans la calcinations des métaux, & que le poids qu'acquéroient les chaux métalliques étoit dû à cet air fixé.

Boyle, qui porta beaucoup plus de précision dans la Physique, & qui en perfectionnant les instrumens, lui donna une nouvelle forme, vit aussi cette quantité de fluides aériformes, qui se dégageoient d'un grand nombre d'opérations. Hales poussa encore bien plus loin ses recherches, & sa statique présente un grand nombre de belles expériences. Il fit brûler deux grains de phosphore sous une grande cloche. Il y eut 28 pouces d'air absorbés ; & le poids du phosphore augmenta d'un grain.

Enfin parurent les Black, les Cavendish, les Priestley, les Schéele, les Bergman, les Achard, les Fontana, les Volta, les Senebier, les Ingenhousz, &c. &c. qui ont jeté le plus

(1) Du mot *geist*, qui en Allemand signifie *esprit*.

grand jour sur cette matière, en faisant voir que ces fluides aériformes n'étoient pas uniquement de l'air atmosphérique, mais qu'ils étoient composés de différentes espèces d'air, qu'on pouvoit séparer les uns des autres, & qui avoient chacun des propriétés particulières.

C'est à cette suite pénible d'expériences de tant de Savans, que nous devons les belles connoissances que nous avons aujourd'hui sur cette matière, comme nous le verrons par l'exposé que nous allons en faire dans cet Ouvrage, en tâchant d'y ajouter aussi quelques faits nouveaux.

J'ai conservé à ces différens fluides le nom d'air, comme le plus généralement admis & le plus usité. Plusieurs Savans ont voulu y substituer celui de gas employé par Vanhelmont. Mais ils n'ont aucun motif raisonnable pour autoriser ce changement. Aussi cette nomenclature est elle peu suivie. Effectivement, pourquoi ne pas conserver le nom générique d'air, comme on emploie les mots génériques d'acides, d'huiles, de métaux, &c. en distinguant ensuite les différentes espèces? On dit l'acide vitriolique, l'acide marin, l'acide nitreux, &c. On dit de même l'air pur, l'air inflammable, l'air nitreux, &c.

J'ai d'ailleurs une raison particulière pour en

ufer ainfi. Je puis prouver, je crois, qu'il n'y a qu'une efpèce d'air principe, d'air élémentaire, dont toutes les autres efpèces ne font que des modifications.

Enfin, l'air atmofphérique, auquel on ne nie point ce nom, contient différentes efpèces d'air. Il eft compofé en plus grande partie d'air impur ou phlogiftiqué. Or, comme les fubftances compofées doivent toujours prendre le nom de celles qui les compofent, il faudroit par conféquent, ne plus dire air atmofphérique, mais *gas atmofphérique*. Au refte, je n'infifterai pas davantage fur cet objet, parce que je fuis très-perfuadé que le tems qu'on emploie à difputer fur les mots eft perdu pour la chofe. C'eft ce qui arriva autrefois aux fcholaftiques.

Toutes les efpèces d'air ne fe foutiennent fous forme de fluide invifible & élaftique, que par l'intermède de la matière du feu libre, ainfi que tous les autres corps réduits à l'état aériforme. C'eft ce qui a été prouvé dans le chapitre précédent ; & lorfque ces airs fe combinent, ils abandonnent cette chaleur, ce feu libre, qui fe manifefte pour-lors dans les corps environnans, comme nous aurons occafion de le voir dans la combinaifon de l'air pur & de l'air nitreux, &c.

Il faut un ſi petit degré de chaleur aux airs, pour les tenir à l'état aériforme, que quelque froid qu'il faſſe, ils ne ſe condenſent jamais. Ils ne prennent l'état ſolide ou concret qu'en ſe combinant, lorſqu'ils forment les acides ou tout autre compoſé.

Cependant, il eſt des circonſtances où l'air paroît perdre de ſon volume ſans être combiné. L'eau, par exemple, contient une certaine quantité d'air qui n'eſt pas combiné. On peut l'en dégager, ſoit par l'ébullition, ſoit en l'expoſant ſous la machine pneumatique. On voit l'air s'échapper en groſſes bulles, & reparoître ſur ſa forme élaſtique. Dans la congélation de l'eau, l'air ſe dégage naturellement avec grands efforts. Le charbon abſorbe également l'air, & on peut l'en faire ſortir ſous ſa forme naturelle, en plongeant ſeulement ce charbon dans l'eau.

Cet air n'eſt point combiné dans ces corps. Car lorſqu'il l'eſt comme dans les acides, on ne peut le retirer qu'en détruiſant la combinaiſon.

Sous quelle forme l'air ſe trouve-t-il donc dans l'eau, dans le charbon ? &c.

Il paroît y être ſous forme élaſtique, puiſque dans la congélation de l'eau, dans ſon ébullition, & lorſqu'on l'expoſe ſous la machine

pneumatique, l'air se dégage sous sa forme naturelle. Néanmoins, il faut qu'il éprouve une espèce de compression. Car le charbon peut absorber jusqu'à huit à dix fois son volume d'air, & en plongeant ce charbon dans l'eaû, il se dégagera un volume d'air deux à trois fois plus considérable que celui du charbon. Dans la congélation de l'eau, l'air se dégage en partie & augmente beaucoup le volume de la glace. L'air est donc comprimé dans l'eau, dans le charbon. Mais la cause de cette compression n'est pas bien aisée à entrevoir.

L'air étant toujours à l'état aériforme dans l'atmosphère, la figure de ses molécules dans cet état doit être sphérique; puisqu'elles sont sous forme de vapeurs vésiculaires, & que tout corps en vapeurs a ses molécules sphériques. D'ailleurs son élasticité, les loix qu'il suit dans sa réflexion & sa réfraction, semblables à celles que suit la lumière, confirment cette figure sphérique.

Mais quelle est la figure première des molécules de l'air n'étant plus à l'état aériforme? Il ne paroît pas qu'elle puisse être sphérique, ainsi que nous l'avons déjà dit en parlant des parties primitives des corps. Au reste, nous n'avons aucun fait qui puisse nous faire soupçonner sa nature.

DE L'AIR PUR.

ON distingue particulièrement, entre les qualités qui paroissent les plus essentielles à l'air, celles de pouvoir entretenir la respiration des animaux & la combustion des corps. Mais toutes sortes d'air n'y sont pas propres. Il n'y a que celui que M. Priestley a appelé déphlogistiqué; M. Schéele air du feu; M. de Condorcet après M. Turgot, air vital, & que je désignerai par air pur avec Bergman.

Cet air avoit été apperçu par M. Bayen. Ce Chimiste, en traitant les chaux de mercure, vit qu'elles se révivifioient seules sans addition, & qu'il s'en dégageoit un air, qui est celui dont nous parlons. Mais il ne poussa pas plus loin ses expériences, & ne chercha pas à s'assurer de la nature de cet air.

M. Priestley ayant obtenu cet air par les mêmes procédés, c'est-à-dire, en traitant le mercure *précipité per se* le premier Août 1774, le soumit à différentes expériences. Il vit que l'eau ne l'absorboit point comme l'air acide; mais ce qui le surprit beaucoup, c'est qu'une chandelle allumée plongée dans cet air donna une flamme beaucoup plus éclatante que dans

l'air commun. Il exposa différens animaux sous des cloches remplies de cet air ; & il vit avec étonnement qu'ils vivoient plus long-tems que si ces cloches eussent été pleines d'air atmosphérique. Une souris, dit-il, demeura près de trois quarts d'heure, sous une cloche remplie de cet air, & lorsqu'il l'en retira, l'air étoit encore assez pur ; tandis qu'elle n'eût pas vécu un quart-d'heure dans la même cloche, remplie d'air commun, & l'air eût été totalement vicié.

Toutes ces expériences ont été répétées avec succès par différens Physiciens. La vie moyenne des souris, dit M. l'abbé Fontana, est de trente minutes dans une masse donnée d'air commun; tandis que dans un pareil volume d'air pur, elle est de deux cents quarante minutes. Il est vrai qu'il a observé quelques variations à cet égard suivant l'âge des animaux. Les jeunes y vivent moins que les vieilles.

Les corps embrâsés brûlent non-seulement avec plus d'éclat dans cet air, mais leur feu y acquiert une activité étonnante. M. Priestley s'en étoit apperçu. M. Achard s'en est assuré par des expériences très-décisives. Il a rempli des vessies de cet air, & en comprimant la vessie garnie d'un robinet, il en dirigea un jet sur des charbons ardens. Le feu y acquit une telle

activité que des matières très-réfractaires furent fondues dans un instant. La platine y coula en quelques minutes, le fer y est calciné, &c. On a depuis ce tems multiplié beaucoup ces expériences. Je suis parvenu par ce moyen à fondre le cristal de roche en un verre laiteux. J'y ai aussi brûlé le diamant, &c.

Dans toutes ces expériences, l'air pur est entièrement dénaturé. Une partie est changée en d'autres airs. L'autre disparoît totalement, est absorbée, & se retrouve dans les nouveaux produits. Il a perdu son état aériforme, pour contracter de nouvelles combinaisons. C'est ce que nous verrons dans un grand nombre d'opérations. Je vais seulement en rapporter ici quelques exemples.

Des charbons ardens placés sur un support au milieu d'une jarre de mercure, & recouverts d'une cloche pleine d'air pur, brûlent avec vivacité dans le commencement. La flamme diminue ensuite peu à peu, & finit par s'éteindre, en supposant que la cloche ne contienne pas une assez grande masse d'air, le mercure monte dans la cloche, ce qui indique qu'il a disparu une portion de cet air. Celui qui reste est de l'air acide ou air fixe, qui précipite l'eau de chaux & en est absorbé. Cet air acide est toujours mêlé d'air phlogistiqué ou impur.

Des animaux placés au-dessus d'un bain de mercure, sous une cloche pleine d'air pur, l'absorbent également, comme l'indique l'ascension du mercure. La respiration de l'animal devient plus difficile ; enfin il périt. L'air restant éprouvé, est partie air acide, partie air impur ou phlogistiqué.

De toutes ces expériences qu'on a beaucoup varié, on a conclu avec raison que l'air atmosphérique n'entretenoit la vie des animaux & la combustion des corps que par une portion d'air pur qu'il contient ; dès que cet air pur est dénaturé, les animaux périssent, & les corps cessent de brûler.

Cependant, il faut faire attention que les animaux périssent souvent dans cet air, quoiqu'il soit encore beaucoup plus pur que l'air atmosphérique. M. Priestley croit que le froid qu'ils éprouvent, en passant par l'eau ou le mercure, pour être plongés dans la cloche, y contribue. Effectivement il a eu soin d'échauffer des souris, qu'il avoit fait passer ainsi dans des cloches, & elles ont vécu beaucoup plus longtems : néanmoins cette raison ne me paroît pas être la seule.

M. le comte de Morrozzo a observé que des souris, des lapins périssoient dans de l'air pur, qui faisoit brûler des bougies avec beau-

coup de vivacité. Je crois donc que la principale cause de ce phénomène vient de la nature même de l'air qu'on emploie. On le retire ordinairement du nitre ou du précipité rouge. Or j'ai constamment observé qu'il s'y trouve mêlé une petite quantité d'acide nitreux, à moins qu'on ne prenne des précautions particulières. Cet acide agit sur l'animal & lui cause la mort long-tems avant que cet air soit gâté. La portion d'air acide ou fixe, produite par la respiration, peut aussi faire périr l'animal, quoiqu'il y ait encore assez d'air pur pour entretenir la combustion, parce que, comme nous verrons, l'air acide est absolument mortel aux animaux; & ce qui confirme ceci, c'est que M. de Morrozzo ayant exposé un autre animal dans l'air où le premier avoit péri, ce dernier y a encore vécu une heure & même deux.

On a cherché à déterminer la quantité d'air pur contenu dans l'air atmosphérique. M. Priestley ayant observé que l'air nitreux absorboit presque tout l'air pur, tandis qu'il n'absorboit qu'une partie de l'air atmosphérique, en conclut que c'étoit la portion d'air pur contenu dans l'air commun qui étoit absorbée par l'air nitreux. M. Lavoisier, dans un Mémoire donné en 1776, détermina cette quantité d'air pur, qu'il trouva être environ un quart de l'air at-

mosphérique. Schéele a estimé que la quantité d'air pur contenu dans celui de l'atmosphère, en est les $\frac{9}{33}$. Ces résultats sont à-peu-près exacts; je dis à-peu-près, parce que l'air atmosphérique ne contient pas toujours la même quantité d'air pur.

Les propriétés de cet air de pouvoir seul entretenir la vie des animaux & la combustion m'ont engagé à lui conserver le nom *d'air pur.* Le mot *d'air vital* n'exprime qu'une de ces qualités; celui *d'air du feu* une autre; au lieu qu'air pur les renferme toutes deux; aussi ce nom est-il presque universellement adopté.

L'art obtient l'air pur par différens procédés. M. Priestley s'est d'abord servi des chaux métalliques. Le précipité *per se* a été la première qu'il ait employée, ensuite le précipité rouge. Il en retira aussi de toutes les chaux de plomb, du minium, de la litharge, &c. Il est vrai que ces dernières ne lui donnèrent pas cet air dans toute sa pureté. Il étoit toujours altéré par une plus ou moins grande quantité d'air acide.

L'acide nitreux est la source la plus abondante d'où on ait retiré cet air pur. Schéele en a obtenu une grande quantité du nitre. Tous les sels, où entre l'acide nitreux, tels que le nitre mercuriel, le nitre d'argent, &c. fournissent également de cet air. Enfin, les cailloux,

les argilles, le talc, les cendres arrofées de cet acide, donnent de l'air pur. C'eft toujours l'acide qui le fournit. Effectivement, il fe trouve décompofé. Quand on a employé le nitre, on ne trouve plus qu'un alkali aéré ou cauftique, fuivant le procédé qu'on a fuivi.

L'acide nitreux n'eft pas la feule fubftance acide dont on puiffe retirer cet air. La plupart des autres acides en fourniffent également. Le vitriol de mercure, celui de fer, l'alun, &c. pouffés à un grand feu, donnent de l'air pur. On en a auffi retiré du fel fédatif, de l'acide arfenical, &c.

Une des fubftances qui en paroît le plus fournir, eft la manganèfe, qui eft une véritable chaux metallique. M. Prieftley en a auffi retiré du volfram, &c. Enfin, la plupart des chaux métalliques en donnent également.

MM. Prieftley, Ingenhoufz, Senebier, ont prouvé que les plantes dans certaines circonftances, verfent une grande quantité d'air pur. Elles font même plus, elles changent les airs impurs en celui-ci. Si on met une plante dans de l'air impur ou phlogiftiqué, de l'air inflammable, &c, elle abforbe ces airs & donne de l'air pur.

Cet air des plantes eft même à certains égards le plus pur qu'on puiffe avoir. Car celui

qu'on obtient par les autres procédés, est toujours altéré par quelque substance étrangère ; celui retiré de l'acide nitreux contient toujours une portion de cet acide volatilisé ; celui des chaux métalliques est souvent mêlé d'air acide, &c. Mais celui des plantes contient beaucoup plus d'air phlogistiqué ou impur, & n'est pas autant diminué par l'air nitreux, que celui retiré du nitre, des chaux métalliques, &c. comme nous le verrons.

Indépendamment de ces parties d'acide, qui le plus souvent sont mêlées avec cet air, il n'est jamais sans eau. Pour m'en assurer, j'ai fait passer cet air obtenu, soit du nitre, soit des chaux métalliques, dans un tube contenant l'alkali du tartre très-desséché. L'alkali a été humecté ; mais cette eau lui est peut-être aussi étrangère que les portions d'acide qui peuvent lui être unies : & il n'est pas surprenant que cet air, qu'on n'obtient que par la décomposition des acides ou des chaux, ne donne toujours de l'eau.

Tous ces faits nous font connoître les différentes propriétés de cet air, mais nous instruisent peu sur sa nature. Aussi les Physiciens sont-ils partagés d'opinion sur cet air comme sur tous les autres.

M. Priestley voyant le grand rapport que cet

cet air avoit avec le phlogiſtique, que tous les corps qui contenoient beaucoup de phlogiſtique l'abſorboient plus ou moins, tels que l'air nitreux, les corps en combuſtion, &c. conclut que cet air contenoit la moindre quantité poſſible de phlogiſtique, c'eſt pourquoi il l'appelle *déphlogiſtiqué*.

Schéele au contraire de la grande affinité de cet air, qu'il appelle air du feu, avec le phlogiſtique, en a tiré la conſéquence que « l'air » du feu eſt compoſé de phlogiſtique & d'un » acide ſubtil. Si cet air du feu, ce compoſé » d'acide & de phlogiſtique, s'unit à une plus » grande quantité de phlogiſtique, ce ſera la » chaleur. Le phlogiſtique eſt-il encore plus » abondant; ce ſera l'ardeur rayonante qui ſe » réfléchit comme la lumière. Enfin, ſi la pro» portion du phlogiſtique augmente encore de » quelque choſe, la lumière ſe forme ». Ainſi, ſuivant ce profond Chimiſte, l'élément lumineux eſt un compoſé d'air du feu ou air pur, & d'une grande quantité de phlogiſtique.

Nous n'examinerons pas ici cette dernière partie de la doctrine de Schéele; mais nous remarquerons que rien ne prouve que l'air pur ſoit compoſé d'un acide, & ſoit acide lui-même. Il ne rougit point les teintures végétales les plus ſenſibles, lorſqu'il eſt parfaitement pur. Il n'at-

taque point les alkalis, les terres calcaires, les ſubſtances métalliques, &c. Il eſt le ſeul qui puiſſe entretenir la vie des animaux, que les vapeurs acides tuent promptement. Il n'a donc aucun rapport avec les acides, ou pour mieux dire, toutes ſes propriétés ſont entièrement oppoſées à celles des acides. Il eſt vrai néanmoins qu'il eſt un des principes des acides. Mais lorſqu'il eſt pur, il n'en a aucune des qualités, & il ne ſauroit même en être regardé comme le principal agent. C'eſt plutôt la matière de la chaleur combinée qui leur donne cette grande énergie. Quant au principe du feu, il eſt certain que cet air en contient, parce que ces deux ſubſtances ont la plus grande affinité; & que d'ailleurs c'eſt ce feu qui le tient à l'état aériforme, comme tous les corps; mais rien n'annonce qu'il ſoit uni au phlogiſtique, lorſqu'il eſt dans ſon état de pureté.

M. de Volta, conſidérant la grande quantité d'eau que donne cet air lorſqu'il eſt brûlé avec l'air inflammable, croit que l'air pur eſt compoſé d'eau & de la matière de la chaleur ou de la matière du feu. Mais nous ne connoiſſons point d'expérience qui prouve que l'eau réduite à l'état aériforme ou en vapeurs par la matière du feu, puiſſe ſubſiſter dans cet état. Nous voyons au contraire qu'elle ſe réſout

en liqueur dès que la chaleur l'abandonne.

Cet air, dans fon état de pureté & de fluidité, doit donc être regardé comme un corps contenant affez de chaleur libre pour être à l'état de fluide aériforme permanent. Il eft d'ailleurs toujours uni à de l'eau, fouvent à des acides ou autres fubftances réduites en vapeurs. Mais ces dernières fubftances lui paroiffent étrangères, puifqu'on peut l'en dépouiller fans le dénaturer, il n'en eft même que plus pur, & que celui retiré des plantes n'en contient point. Quant à l'eau, on n'a encore pu l'en priver entièrement. Vraifemblablement la chofe n'eft pas poffible, parce qu'il a plus d'affinité avec elle qu'avec tout autre corps qu'on pourroit employer pour la lui enlever. Peut-être même l'eau lui eft néceffaire pour le faire paffer à l'état aériforme.

Mais en fuppofant cet air débarraffé de tous ces corps étrangers, il reftera une fubftance que nous appellerons *l'air principe*, *l'air élémentaire.* Nous la mettrons au nombre des élémens, comme les autres fubftances, dites *élémentaires*, fans ofer prononcer fi elles font toutes des élémens. Ce que nous avons à dire fur les autres efpèces d'air, fera connoître de plus en plus celle-ci, & nous én donnera une notion plus diftincte.

Car nous verrons cet air se combiner sans cesse. Dans ces combinaisons, il est entièrement dénaturé, & pour lors il constitue les différentes espèces d'air qui nous sont connues. Il paroît que c'est la matière du feu qui l'altère ainsi. On peut le dégager de nouveau d'une partie de ce feu surabondant, c'est ce qu'on opère en agitant ces espèces d'air dans l'eau. Elle les décompose, s'empare de cette portion qui les altéroit, & on obtient un air plus ou moins pur. Ainsi l'air pur combiné avec le feu, la lumière, le principe de la chaleur, donne toutes les espèces d'air. Dégagé de ce principe, il reparoît avec toute sa pureté.

L'air pur tenu sur l'eau en est absorbé comme les autres airs. J'ai fait passer sous une cloche de 80 pouces de capacité & pleine d'eau, 30 pouces d'air pur. Cet air, dans trois mois, a été réduit à 22 pouces. Je l'ai essayé pour lors. Une mesure, & trois de bon air nitreux, m'ont donné dans différens essais 0,98, 0,96; tandis qu'avant que d'avoir été sûr l'eau, une mesure & trois d'air nitreux m'avoient donné 0,20, 0,21. Il est fort singulier que l'air pur soit ainsi vicié par son séjour sur l'eau. C'est sans doute la matière de la chaleur que l'eau contient en si grande quantité, qui produit cet effet. Mais nous aurons occasion de parler

ailleurs plus en détail de ce phénomène.

La chaleur ſpécifique de l'air pur eſt très-conſidérable, & même la plus grande de tous les corps connus qu'on a éprouvés. M. Crawford l'eſtime 87 fois plus grande que celle de l'eau. Voici le procédé qu'il emploie pour la déterminer. Il prend une petite bouteille d'un verre très-mince, dont il détermine la chaleur ſpécifique en la plongeant dans un autre vaſe dans lequel il y a un thermomètre. Ayant laiſſé remettre la bouteille à ſa première température, il la remplit d'air pur & la replonge dans le vaſe d'eau dont la température n'a pas changé, & qui étoit 64 du thermomètre de Farenheit, tandis que celle de la bouteille étoit 115. Dans la première minute de l'immerſion, l'eau monta à *66*.

Première minute,	*66*.
Dans la ſeconde,	$66\frac{1}{2}$.
Dans la troiſième,	$66\frac{2}{3}$.
Dans la quatrième,	*67*.

La bouteille ſeule pouvoit donner un degré de chaleur. Ainſi l'air pur en a ajouté deux à l'eau. Calculant enſuite les proportions de l'air & de l'eau, le docteur Crawford a trouvé pour la chaleur ſpécifique de l'air pur 87,000, celle de l'eau étant 1000. Il faut convenir que cette

expérience présente de grandes difficultés pour atteindre à la précision. Je l'ai répétée avec des thermomètres très-sensibles, & je n'ai jamais pu avoir des résultats uniformes.

C'est cette chaleur spécifique de cet air qui est la cause de sa fluidité. Car il pourroit cesser d'être fluide comme tous les autres corps de la nature, s'il étoit dépouillé jusqu'à un certain point de sa chaleur. Il faut donc le considérer dans son état d'air comme étant dans un état perpétuel de vapeurs, ainsi que le peuvent être tous les corps, lorsqu'ils contiennent une assez grande quantité de la matière de la chaleur libre. Il différera des autres en ce qu'il y a toujours assez de chaleur dans la nature, quelque froid qu'il fasse, pour le tenir sous forme de vapeurs.

Mais lorsqu'il se combine, il perd cet état aériforme, & n'occupe que très-peu d'espace. Pour lors il abandonne comme tous les autres corps, sa chaleur libre, qui, en se dégageant, se communique aux corps environnans. Aussi toutes les combinaisons de cet air sont-elles accompagnées d'une chaleur plus ou moins grande, comme nous le verrons.

Il laisse aussi dégager l'eau qu'il tenoit en dissolution, & qui pour lors reparoît sous sa forme naturelle, ainsi que nous aurons occasion

de l'obſerver dans la combinaiſon de cet air avec l'air nitreux, dans ſa combuſtion avec l'air inflammable, &c.

Le poids de cet air eſt un peu plus conſidérable que celui de l'atmoſphère. En ſuppoſant le pied cubique d'air atmoſphérique peſer 720 grains, le pied cubique d'air pur peſera 765 grains.

Nous ne nous étendrons pas davantage ici ſur les propriétés de l'air pur, parce que nous aurons occaſion d'en traiter plus en détail dans tout le cours de cet Ouvrage.



DE L'AIR INFLAMMABLE.

CET air eſt connu depuis long-tems. Hales avoit vu que l'air qu'il retiroit des végétaux par la diſtillation s'enflammoit. Il rapporte, expérience LVII, chapitre VI de ſa Statique, qu'ayant diſtillé des pois, des écailles d'huître, de l'ambre & de la cire, il retira de chacune de ces ſubſtances, un air qui s'enflamma en y plongeant une chandelle allumée.

Sthal ſavoit auſſi que le fer diſſous par les acides, donnoit une vapeur aériforme qui brûloit avec une grande flamme à l'approche d'une bougie allumée, & faiſoit un bruit ſemblable à celui du tonnerre (1). Kunchel avoit déjà vu une pareille exploſion. Mais ces grands Phyſiciens ne donnèrent pas à ces expériences toute l'attention qu'elles méritoient.

Les expériences du célèbre Black, ſur l'air acide qu'il retiroit de la chaux, réveillèrent l'attention des Phyſiciens. M. Cavendish d'abord, en 1771, enſuite M. Prieſtley, recueillirent également dans des appareils pneumato-

(1) Traité du Soufre, traduction de M. le Baron de Holbac, page 90.

chimiques la vapeur qui s'échappoit des dissolutions métalliques par les acides. Ils reconnurent qu'elles étoient une espèce d'air aussi distincte que l'air acide de la chaux.

M. Cavendish chercha aussi-tôt à s'assurer de la pesanteur de cet air, & il le trouva dix fois plus léger que l'air commun. Par conséquent le poids du pied cube de l'air atmosphérique étant de 720 grains, celui d'un pied cube de l'air inflammable, pesé par M. Cavendish, seroit de 72 grains.

M. Priestley retira encore cet air de quelques substances métalliques par le feu seul. Il mit de la limaille de fer très-pure dans des canons de fusil, qu'il exposa à une grande chaleur, & il obtint de l'air inflammable. De la même limaille de fer, celle de zinc, celle d'étain, soumises à l'action du verre ardent, sous des cloches pleines de mercure, donnèrent également beaucoup d'air inflammable. Il essaya aussi d'en obtenir des substances animales & végétales; il les mit dans des cornues, & y ayant appliqué le feu avec l'appareil pneumato-chimique, il en obtint encore le même air. Les bitumes & charbons fossiles en donnent également; mais ces substances ne sont que des débris des matières organiques, leur air inflammable vient toujours de celles-ci.

Enfin, on peut retirer de l'air inflammable du soufre & du phosphore, en les traitant avec les alkalis, la chaux vive, les chaux métalliques, &c. comme nous le verrons en parlant des airs inflammables sulfureux & phosphoriques.

Les mêmes alkalis peuvent également dégager l'air inflammable de quelques métaux. Schéele & M. de Lassone en ont retiré du zinc par les alkalis caustiques.

M. de Volta profitant de l'observation connue, qu'en remuant la vase des marais il s'en dégageoit un fluide aériforme, lequel prenoit feu, lorsqu'on en approchoit des torches allumées, chercha à recueillir cet air. Il remplit des bouteilles d'eau, auxquelles il avoit adapté de grands entonnoirs, & les tenant renversés dans la mare dont on remuoit la fange avec des bâtons, il y faisoit entrer tout l'air qui se dégageoit. Ayant éprouvé cet air par les procédés connus, il s'assura que c'étoit un air inflammable qui contenoit une certaine quantité d'air acide & d'air impur ou phlogistiqué. Cet air inflammable des marais provient de la putréfaction des substances végétales & animales qui s'y opère; car nous verrons que ces substances donnent, en se pourrissant, une grande quantité de ces différens airs.

L'air inflammable, quoique toujours com-

bustible, a néanmoins des qualités un peu différentes suivant la nature du corps dont on l'extrait, & le procédé qu'on emploie. Car il n'est jamais ou presque jamais pur; & il se volatilise toujours avec lui une portion des corps dont on le dégage.

Celui, par exemple, qu'on retire du fer & de l'acide vitriolique contient toujours une portion de cet acide & de fer. C'est ce qu'il est facile de prouver par les expériences suivantes. J'ai rempli une cloche de deux pintes de cet air, & l'ai laissé reposer sur l'eau dans un vase de fayence. Au bout de quelques jours le vase étoit couvert d'une couche d'ocre; cette ocre est dûe à une portion de fer volatilisé avec l'air inflammable.

J'ai fait passer de ce même air dans une vessie garnie d'un robinet, auquel étoit ajusté un tube de cuivre. J'ai fait brûler cet air à la manière ordinaire, dans un vase où il y avoit un peu d'eau distillée. Cette eau a précipité le sel marin de terre pesante. Ce qui y indique de l'acide vitriolique.

Mais cet acide vitriolique n'y est pas tout entier sous sa forme naturelle, parce qu'il se volatilise difficilement, & qu'une partie est décomposée. Il y est donc plutôt ou sous forme d'acide sulfureux, ou sous forme de soufre,

ce qui donne à cet air l'odeur hépatique qu'il a; ou enfin ſous toute autre combinaiſon, comme nous le verrons ailleurs.

C'eſt pour dépouiller cet air de ces portions d'acide & de fer, qu'on les lave dans beaucoup d'eau lorſqu'on veut les employer dans les machines aéroſtatiques. Encore en retiennent-ils toujours une portion conſidérable, qui ne manque pas d'attaquer l'aéroſtat.

L'air inflammable, retiré du fer par l'acide marin, volatiliſe également une portion de cet acide. Car j'ai fait brûler cet air dans un vaſe où il y avoit un peu d'eau diſtillée. Cette eau a précipité la diſſolution du nitre d'argent. Il doit auſſi s'y trouver une portion de l'acide décompoſé.

Schéele ayant fait diſſoudre du zinc par l'acide arſenical, en a retiré un air inflammable qui conténoit de l'arſenic.

M. le Comte de Morrozzo a également obſervé que l'air inflammable qu'il a retiré d'une diſſolution d'étain par l'eau régale, contenoit de l'étain, ce qu'il a prouvé en précipitant par ſon moyen la diſſolution d'or en pourpre.

L'air inflammable que fourniſſent les ſubſtances organiques, eſt également altéré par quantité d'autres principes, tels que de l'air acide, de l'air phlogiſtiqué, des portions hui-

leuſes, enfin des acides dans celui retiré des végétaux, & de l'air alkalin ou ammoniacal, ou même de l'alkali volatil dans celui retiré des ſubſtances animales ou plantes crucifères.

Il n'eſt pas ſurprenant que toutes ces ſubſtances étrangères modifient les diverſes eſpèces d'air inflammable, & leur donnent des qualités différentes. Auſſi varient-ils dans leur odeur, dans leur manière de brûler, dans la couleur de leur flamme & dans leur peſanteur.

L'odeur de l'air inflammable, dégagé de la limaille d'acier, par la ſeule action du feu, a une odeur empireumatique très-forte. Cette odeur eſt moins vive dans l'air inflammable, que donne la même limaille d'acier, lorſqu'elle ſéjourne dans l'eau commune. L'air retiré du fer par le moyen de l'acide vitriolique a une odeur empireumatique, & en même tems preſque hépatique. Celle que donne l'air retiré du zinc par l'acide vitriolique, rapproche davantage de l'odeur d'une graiſſe rance. Enfin l'air inflammable qu'on obtient par la diſtillation des ſubſtances animales & végétales, a une odeur empireumatique mêlée de celle d'huile, d'acide ou d'alkali volatil, ſuivant la nature des ſubſtances qu'on a employées.

Le poids de ces airs ne varie pas moins. On a fait beaucoup de recherches à cet égard

pour les machines aérostatiques. On desiroit les plus légers, & ceux qui coûtoient le moins. M. de Morvean a essayé d'en retirer d'un grand nombre de substances. On a reconnu que les airs inflammables des sustances animales & végétales, sont en général les plus pesans, & qu'ils ne pesoient qu'environ quatre à cinq fois moins que celui de l'atmosphère. La légèreté de l'air retiré du fer & de l'acide vitriolique, est huit à neuf fois plus grande que celle de l'air commun. Celui retiré du zinc par l'acide marin, est encore plus léger. Enfin, celui qu'on obtient du fer incandescent, par le moyen de l'eau, est le plus léger de tous; sa légèreté est douze fois plus grande que celle de l'air commun.

La manière dont ces airs brûlent, & la couleur de leurs flammes, diffèrent également. Tous détonent. Mais la détonation de ceux des métaux est beaucoup plus forte que celle des airs retirés des marais ou des végétaux & des animaux. Si on ajoute à ces airs une certaine quantité d'huile éthérée, telle que de l'éther, leur explosion est encore beaucoup plus considérable.

La couleur de la flamme de l'air du fer est d'un blanc rougeâtre, celle de l'air du zinc est plus blanche. Les airs des substances animales & végétales donnent une flamme bleue, &c.

M. Diller a su tirer un grand parti de toutes les couleurs des diverses espèces d'air inflammable. Il en a trois principales, la blanche, la rouge & la jaune. Il remplit des vessies de ces différents airs. Puis les faisant passer à travers des ajustages faits en petits tuyaux de laiton, il les mélange, les enflamme & produit des feux variés en couleur, & les plus jolis par les formes agréables qu'il fait leur faire prendre. Mais ce qu'il y a de plus surprenant dans les expériences de ce Physicien, c'est qu'il peut empêcher à volonté de détoner les airs les plus détonans, ce qui n'étoit pas encore connu.

Les différences que présentent ces diverses espèces d'airs dans leurs odeurs, leurs poids, & leurs manières de brûler, paroissent venir des substances qui leur sont toujours unies, comme nous l'avons vu. Car si on pouvoit les dépouiller de ces parties étrangères, vraisemblablement ils auroient tous les mêmes qualités.

Mais la substance qui paroît la plus abondante dans ces airs inflammables, est l'eau. Nous verrons ailleurs la quantité considérable qu'ils en contiennent. Je me contenterai ici de rapporter les experiences suivantes.

J'ai mis de la limaille d'acier très-pure & bien desséchée dans un petit matras de verre (1),

(1) Journal de Physique 1781.

auquel j'ai adapté l'appareil pneumato-chimique. Le feu a été assez violent pour ramollir les vaisseaux. Il s'est dégagé de l'air inflammable que j'ai reçu sous une cloche à l'appareil au mercure. Ayant introduit sous cette cloche de l'alkali du tartre bien desséché, il a été humecté. Le même air inflammable, retiré par le feu seul des substances animales & végétales, avec les mêmes précautions, humecte également l'alkali; celui qu'on obtient des métaux par le moyen des acides, donne encore plus d'humidité.

M. de Saussure s'est également assuré que l'air inflammable contient beaucoup d'eau. Il en a rempli des vessies, qu'il a laissé exposées plusieurs jours dans son cabinet; il a ensuite soumis son hygromètre, qui est si sensible aux effets de cet air; & il a vu que l'instrument marchoit rapidement à l'humide.

Les qualités les plus essentielles de l'air inflammable sont:

1°. D'être mortel à tous les animaux: nul animal ne peut vivre dans cet air, & tous y périssent dans les premiers momens qu'ils y sont exposés. Cependant il n'est pas mortel ni délétère par lui-même; mais il ne peut suppléer aux fonctions de l'air pur. Car Schéele ayant, par une grande expiration, chassé de sa poitrine

poitrine presque tout l'air atmosphérique, a respiré plus de vingt fois de l'air inflammable contenu dans une vessie, sans en être incommodé. Pilâtre de Rozier, ce célèbre & malheureux aéronaute, répétoit souvent la même expérience. Il se servoit de l'air inflammable retiré du fer par l'acide vitriolique. Cependant M. l'abbé Fontana ayant voulu respirer également l'air inflammable, à la troisième inspiration manqua à périr. C'est que sans doute son air inflammable contenoit beaucoup d'acide volatilisé. Car Pilâtre sachant qu'on lui reprochoit de ne pas vider parfaitement sa poitrine d'air atmosphérique, répondit par l'expérience suivante. Il respira une grande quantité d'air inflammable contenu dans une vessie, puis mettant dans sa bouche un tube, il chassoit cet air, qu'il enflammoit avec une bougie, en sorte qu'il paroissoit vomir des flammes. Or, disoit-il, si cet air étoit mêlangé d'air atmosphérique, il détoneroit dans ma bouche & ma poitrine. C'est ce qui lui arriva une fois, qu'il n'avoit pas parfaitement vuidé sa poitrine; la détonation se fit dans sa bouche & lui fit beaucoup de mal.

2°. Cet air ne peut point entretenir la combustion des corps. Si on y plonge une bougie allumée, ou un charbon ardent, ils s'y éteignent aussi-tôt.

3°. L'air inflammable ne peut donc brûler que par le concours de l'air pur. Lorsqu'on les mêlange en suffisante quantité, ils détonent avec beaucoup d'éclat, & font un effort prodigieux en raison de leurs volumes. L'air atmosphérique fait également brûler & détoner l'air inflammable; mais ce n'est qu'à raison de la portion d'air pur qu'il contient, & ceci a fourni une nouvelle méthode pour mesurer la pureté de l'air commun, & même celle des différens airs purs que la Chimie fait extraire des diverses substances; parce que plus sont purs & l'air inflammable & l'air pur, plus grande est leur diminution après la combustion. On s'est servi, pour mesurer cette diminution, d'un nouvel eudiomètre.

C'est à M. de Volta que nous devons cet instrument. Ce célèbre Physicien imagina de faire passer dans un tube de verre assez fort l'air inflammable & l'air pur ou l'air atmosphérique qu'il vouloit faire détoner. A l'une des extrêmités de ce tube, il plaça deux petites verges de métal, dont l'une étoit isolée par rapport à l'autre, & les extrêmités étoient à une légère distance. En touchant avec la bouteille de Leide chargée, le bouton extérieur de la petite verge isolée, il part une étincelle entre les extrêmités des deux verges dans

l'intérieur du tube. Cette étincelle allume les airs qui détonent d'une manière très-bruyante. Si on met à l'autre extrémité du tube un bouchon de liége, le bouchon est chassé avec beaucoup de force. C'est pourquoi a appelé cet instrument *pistolet de Volta*.

Mais ce Physicien ayant observé qu'il y avoit toujours une grande diminution dans le volume des airs, chercha à la mesurer exactement. Il fit placer à l'extrémité inférieure du tube de son pistolet une garniture en cuivre avec un robinet, qui fermoit exactement l'instrument. Les airs introduits dans le tube, il ferme le robinet. La détonation faite, il le rouvre sous l'eau, qui, en montant dans le tube, indique l'absorption qui a eu lieu; & pour mesurer d'une manière plus exacte cette diminution des airs, il prit des tubes de verre bien calibrés, & qu'il divisa en degrés. Il reconnut qu'une partie d'air pur pouvoit faire détoner deux parties d'air inflammable, & qu'il falloit quatre parties d'air atmosphérique pour opérer la même détonation.

Effectivement, une mesure d'air pur, ou 100 parties, détonée avec deux mesures d'air inflammable, ou 200 parties, il ne reste qu'une très-petite portion d'air après la détonation, suivant la pureté des airs. Une fois, il ne m'est

reſté que 0,06; une autre fois 0,09 : le plus ſouvent ce reſidu va à 0,15, 0,20, 0,25. Mais une meſure d'air atmoſphérique ne peut faire détonner toute une meſure d'air inflammable. Car ces deux meſures m'ont donné pour réſidu 1,25, 1,30 : tandis que deux meſures d'air atmoſphérique & une d'air inflammable, m'ont donné 1,75, 1,80 : ces réſidus ſont de l'air phlogiſtiqué ou impur.

Cet eudiomètre, de M. de Volta, eſt auſſi exact que celui que l'on fait avec l'air nitreux; & il a les mêmes imperfections. 1°. On n'eſt jamais sûr d'avoir préciſément la même qualité d'air inflammable; puiſque comme nous l'avons vu, ces airs varient ſuivant les matières qu'on a employées. 2°. Ces airs ſont auſſi altérés à un certain point par l'eau. Cependant toutes ces différences ſont aſſez légères, pour que lorſqu'on opère avec les précautions néceſſaires, on ait toujours des réſultats à peu près analogues.

Il y a cependant une obſervation à faire ſur le procédé qu'on ſuit ordinairement dans cette expérience. Le tube qui ſe trouve aux trois quarts plein d'eau, ſe ferme dans la partie inférieure avec un robinet; la détonation y produit un vuide, par la grande diminution des airs. Il ſe dégage auſſi-tôt une certaine quantité

de l'air contenu dans l'eau du tube, lequel air se mêlant avec celui qui n'a pas été consommé vicie les produits.

Pour éviter cet inconvénient, je ne ferme point le robinet, & je tiens le tube plongé aux trois quarts de sa longueur dans l'eau de la cuve; par ce moyen, il ne se trouve dans le tube, que la portion d'air qui n'a pas été brûlée.

Cette expérience étant faite ordinairement dans l'eau, on ne s'étoit pas apperçu de tout ce qui s'y passoit. On voyoit avec étonnement les airs se consommer en partie, & on n'alloit pas plus loin.

MM. Macquer & de Lafond ayant cependant brûlé de l'air inflammable contre une soucoupe de porcelaine, observèrent quelques goutelettes d'eau contre la soucoupe, & n'en tirèrent aucune conséquence.

Ayant obtenu par le feu seul de l'air inflammable de la limaille de fer, je le brûlai aussi contre une glace, j'en obtins de l'eau. Ce qui me fit dire que cet air contenoit de l'eau, & que par conséquent il y en avoit dans le fer.

M. Cavendish répéta cette expérience en grand, & fit brûler une quantité considérable d'air inflammable & d'air pur. Il obtint beaucoup d'eau. Ce célèbre Physicien en tira une

conséquence opposée à la mienne, & crut que les deux airs s'étoient changés en eau, & qu'il y avoit eu une véritable formation ou production d'eau.

Cette opinion de M. Cavendish a été adoptée par beaucoup de Physiciens, qui regardent aujourd'hui l'eau comme composée de 0,87 parties d'air pur, & de 0,13 d'air inflammable. Nous traiterons ailleurs cette question plus en détail, & nous ferons voir qu'il n'est point prouvé que l'eau obtenue dans cette expérience soit produite. Il me paroît qu'elle n'est que dégagée de ces airs. Nous ajouterons seulement ici que les célèbres Chimistes qui rejetent le phlogistique ou principe inflammable voient de l'eau décomposée dans toutes les opérations où on obtient de l'air inflammable.

4°. L'air inflammable est immiscible avec l'eau, & elle ne l'absorbe point dans les premiers instans. On peut même le conserver ainsi sur l'eau pendant quelque tems sans qu'il soit vicié; & c'est ainsi qu'on le tient pour les expériences ordinaires, celles que l'on fait promptement. Mais si on l'y laisse séjourner, l'eau l'absorbe & l'altère considérablement, de manière qu'on ne peut plus espérer d'avoir des résultats exacts.

M. Priestley s'étoit déjà apperçu que l'air

inflammable reposé long-tems sur l'eau brûloit moins bien, & qu'il détonoit avec moins de force.

Mais M. Senebier, dans ses belles recherches sur l'air inflammable, a poussé ses expériences beaucoup plus loin. Ce célèbre Physicien a fait passer différentes espèces d'air inflammable dans des cloches ou des tubes pleins d'eau, & il a observé que tous étoient plus ou moins absorbés. Sept mesures ont été réduites à $2+\frac{2}{3}$ de mesures dans six mois. Il a mis des lames d'argent dans une cloche où étoit de l'air inflammable retiré du fer & de l'acide vitriolique : les lames ont été colorées en brun, & l'air, au bout de deux mois & demi, a été réduit à $\frac{1}{3}$ de son volume.

Je me suis aussi beaucoup occupé de ces expériences, & je vais en rapporter les principales.

J'ai pris 50 pouces cubiques d'air inflammable, retiré du fer & d'un acide vitriolique, dont le poids étoit 1004, celui de l'eau distillée étant 1000, & les ai fait passer dans une cloche pleine d'eau de Seine bien clarifiée, & contenant 100 pouces cubiques; la cloche reposée sur un vase de fayence bien uni & plein d'eau, a été placée dans un endroit où elle ne pût recevoir aucune secousse, le thermomètre

étant à 10°, & le baromètre à 28 pouces. Dès le second jour, l'eau commença à monter dans la cloche. L'absorption augmenta chaque jour; & au bout de trois mois il y avoit plus de la moitié de l'air absorbée.

J'ai fait passer sous une seconde cloche, semblable à la première, la même quantité d'air inflammable, & avec les mêmes précautions. La seule différence étoit que dans celle-ci j'y avois introduit plusieurs lames d'argent. L'absorption a été beaucoup plus considérable que dans la cloche précédente. Au bout de trois mois, il ne restoit que 8 pouces $\frac{1}{4}$ des 50 pouces; ainsi 41 pouces $\frac{3}{4}$ avoient disparu.

J'ai essayé cet air qui restoit. Une mesure d'air pur & trois de celui-ci, n'ont pu détoner dans l'eudiomètre de Volta. Je les ai fait passer dans une petite cloche, & y ai plongé une bougie allumée qui s'y est éteinte.

Je l'ai pour lors essayé avec l'air nitreux. Une mesure de l'un & une de l'autre, m'ont donné dans différens essais 187, 188.

Les lames d'argent étoient peu altérées. Elles étoient seulement un peu rembrunies dans quelques endroits, & principalement dans ceux qui touchoient la cloche; mais c'étoit peu de chose.

Je ne pouvois donc douter que dans ces

deux expériences la majeure partie de ces airs n'eût disparu. Il s'agissoit de savoir ce qu'ils étoient devenus. On pouvoit faire quatre suppositions; 1°. qu'ils étoient contenus dans l'eau des cloches; 2°. ou qu'ayant été dissous par cette eau successivement, ils s'en étoient ensuite dégagés, en passant dans l'eau des vases où étoient plongées les cloches, & de-là s'étoient répandus dans l'atmosphère; 3°. ou qu'ils s'étoient changés en eau, en se combinant avec la portion d'air pur que l'eau contient; 4°. enfin, qu'étant décomposés par l'eau, ils s'étoient échappés à travers les vaisseaux. Pour savoir laquelle de ces suppositions approchoit le plus de la vérité, je tentai les expériences suivantes.

Je fis bouillir l'eau de la première cloche, pour voir si j'en pourrois retirer les 30 pouces d'air inflammable qui avoient disparu. Je n'en obtins que la même quantité d'air que l'eau contient naturellement; savoir, environ $\frac{1}{50}$ de son volume. Cet air ne put point détoner avec l'air pur. Une mesure, essayée avec une d'air nitreux, donna pour résidu 1,15: ainsi cet air étoit moins pur que celui que contient ordinairement l'eau, qui est plus pur que celui de l'atmosphère, & dont une mesure & une d'air nitreux donnent 0,96.

Mais craignant qu'on pût m'objecter que ces

air inflammable, qui paroissoit avoir disparu, n'eût été dissous dans l'eau de la cloche, puis versé dans l'atmosphère, j'ai répété ces expériences d'une autre manière.

J'ai pris deux flacons de la capacité de 75 pouces, que j'ai remplis d'eau de Seine bien clarifiée. J'ai fait passer dans chacun 12 pouces cubiques d'air inflammable, retiré du fer & d'un acide vitriolique, qui étoit à l'eau distillée comme 1004 est à 1000. J'ai bien bouché les flacons avec leurs bouchons usés à l'émeril, & les ai laissés renversés dans l'eau. Tous les huit jours je les ouvrois dans l'eau qui y remontoit à chaque fois. J'agitois un peu l'air des flacons. Au bout de deux mois, les airs ont été réduits dans chaque flacon à 1,80 pouces. Ainsi il y avoit eu 10,20 de pouces d'absorbés. J'ai fait passer l'air d'un des flacons sous une cloche, & ai essayé de le faire détoner dans l'eudiomètre avec de l'air pur, je n'ai pas pu. Un petit charbon embrâsé, que j'y ai plongé, ne s'est pas éteint. J'ai pris une autre mesure de cet air & une d'air nitreux, qui ont donné 1,15. Cet air rapprochoit donc de la bonté de l'air atmosphérique.

J'ai versé l'eau de l'autre flacon dans une cornue qui contenoit 70 pouces, & dont le col étoit assez mince. Placée sur le feu, avec

l'appareil pour en recevoir l'air, l'eau a bouilli une demi-heure, il s'en est dégagé 0,59 d'un pouce d'air. Mais toute l'eau n'entre pas en ébullition. Celle du col s'échauffe peu & est chassée par celle du corps de la cornue lorsqu'elle arrive à l'ébullition. Supposons donc environ 12 à 15 pouces qui n'ont pas donné leur air, il y aura un pouce d'air dégagé de 55 pouces d'eau. Ainsi cette eau ne contenoit pas plus d'air que l'eau ordinaire.

Une mesure de cet air & une d'air atmosphérique n'ont pu détonner. J'ai pour lors mêlé à ces deux mesures, deux mesures d'air nitreux. Les quatre mesures ont donné pour résidu 2,60. Cet air étoit donc moins pur que l'air commun. J'ai répété un grand nombre de fois cette expérience, qui m'a toujours donné des résultats analogues. Il faut cependant observer que lorsqu'on n'agite pas le flacon, la diminution de l'air est moins considérable, & que celui qui reste est plus impur.

Cette expérience prouve bien que l'air inflammable qui a disparu n'étoit point contenu, ni dissous dans l'eau des flacons. Les flacons étoient d'ailleurs parfaitement bouchés, toujours renversés dans l'eau. Ainsi l'air n'a pu s'en échapper.

Se seroit-il changé en eau par sa combinai-

son avec l'air pur contenu dans l'eau des flacons ? Il faut encore s'en rapporter à l'expérience. J'ai pris deux flacons pleins de mercure reposant sur le bain de mercure, & ai fait passer dans chacun deux pouces d'air pur & quatre d'air inflammable. Les flacons bien bouchés avec leurs bouchons usés à l'émeril, je les ai laissés ainsi pendant deux mois. Je les ai ensuite ouverts dans le mercure, le thermomètre & le baromètre étant aux mêmes degrés que lorsque les airs avoient été introduits dans les flacons. Il n'y a pas eu d'absorption sensible; les flacons étoient toujours parfaitement secs; & il n'y avoit pas la moindre humidité dans l'intérieur. Ces airs, par leur simple mélange, ne donnent donc point d'eau. Il faut qu'il y ait combustion.

D'ailleurs il est aisé de faire voir que les 10 pouces d'air inflammable qui ont disparu dans les flacons de 75 pouces, n'ont pu être changés en eau, même dans les principes reçus. L'eau ne contient qu'un cinquantième ou un soixantième d'air, qui est un peu plus pur que l'air atmosphérique : 75 pouces d'eau, en supposant les flacons pleins, ne contiendroient donc tout au plus qu'un pouce & demi d'air; & dans cette quantité il n'y auroit pas un demi-pouce d'air pur. En supposant un demi-pouce, il ne pour-

roit changer en eau qu'un pouce d'air inflammable; & cependant il y en a plus de 10 pouces qui ont disparu. Enfin nous avons vu que l'eau des flacons nous a donné à peu près la même quantité d'air que l'eau commune. Seulement cet air étoit un peu vicié.

Ces expériences me paroissent bien concluantes, & prouvent, ce me semble, 1°. que l'air inflammable qui a disparu n'est point contenu dans l'eau des vaisseaux; 2°. qu'il ne s'est pas répandu dans l'atmosphère; 3°. qu'il n'a pas été changé en eau, en se combinant avec la petite portion d'air pur qui est contenu dans l'eau des flacons.

Il me paroît donc qu'on est forcé de dire que cet air inflammable a été décomposé. Voici la manière dont je conçois que la chose a pu se faire.

L'air inflammable, comme toutes les substances aériformes, est composé de petites vésicules, de petits ballons remplis de la matière de la chaleur. Dans cet état ses molécules ont plus de volume & ne peuvent passer où elles passoient auparavant. L'air pur, par exemple, & l'air nitreux peuvent être contenus dans des ballons de papier. Ces airs, lorsqu'ils ont perdu leur état aériforme, & se sont combinés sous forme d'acide nitreux, filtrent à travers ce papier,

Les molécules d'air inflammable, lorsqu'elles cesseront d'être à l'état aériforme, pourront donc aussi passer où elles ne passoient pas auparavant. Or, il me semble prouvé que l'air inflammable, en séjournant sur l'eau, se décompose, puisqu'il ne peut plus s'enflammer; qu'il est absorbé par l'air nitreux, qu'il peut entretenir la combustion des corps, &c., & qu'il éprouve une si grande diminution. Ces vésicules se seront donc brisées. Une partie aura cessé d'être à l'état aériforme. La matière de la chaleur se sera échappée; l'eau que cet air contient toujours, se sera mêlée à celle du vase, & la partie aérienne n'étant plus à l'état aériforme, deviendra assez subtile pour traverser les vaisseaux. Cette conséquence va peut-être être contestée. Mais je ne vois pas d'autre moyen d'expliquer ce qui se passe dans ces expériences, que j'ai répétées un grand nombre de fois pour m'assurer de leur vérité. Nous avons aussi vu que l'air pur est également absorbé & diminué par son séjour sur l'eau. Ainsi on sera également obligé de dire que cessant d'être à l'état aériforme, ses molécules sont assez subtiles pour s'échapper à travers les vaisseaux.

5°. Mais en même tems que l'air inflammable éprouve cette grande diminution par son

féjour fur l'eau, la portion reftante eft beaucoup altérée. C'eft ce que nous avons déjà vu dans les expériences précédentes. Cette altération eft en raifon du tems que l'air a demeuré fur l'eau.

J'ai renfermé dans un flacon de 75 pouces plein d'eau de Seine, 8 pouces cubiques d'air inflammable; dont deux mefures détonées avec une d'air pur, m'avoient donné pour réfidu 0,20. Quinze jours après j'ouvris le flacon fous l'eau, qui y a remonté avec force. J'ai pris deux mefures de cet air, & une d'air pur, qui, détonées, ont laiffé un réfidu de 0,78. Le flacon reftant toujours fermé fous l'eau, quinze jours après je l'ouvris une feconde fois, l'eau y remonta encore. Deux mefures de l'air qui y reftoit & une d'air pur laifsèrent un réfidu de 1,10. Enfin, nous avons déjà vu que lorfque l'air inflammable féjourne trop long-tems fur l'eau, on ne peut plus l'enflammer.

L'air inflammable & l'air pur mêlés enfemble, fe vicient auffi fur l'eau. J'ai fait paffer dans un flacon de 50 pouces, plein d'eau, 8 mefures d'air inflammable & 4 d'air pur, & ai renverfé le flacon dans l'eau. Huit jours après l'ayant ouvert, il y a eu abforption, & l'eau y a monté. J'ai fait détoner 3 mefures de cet air, le réfidu a été 0,56, 0,57, & avant

d'avoir été sur l'eau, les 3 mesures avoient donné 0,25. Quinze jours après, le flacon ouvert une seconde fois sous l'eau, il y a encore eu une grande absorption, & 3 mesures ont donné 0,86 après leur détonation.

J'avois mis, dans un autre flacon de 24 pouces, plein d'eau, 4 pouces d'air pur & 8 d'air inflammable. Au bout de six semaines, les 12 pouces furent réduits à 4, le flacon avoit toujours été bien bouché, tenu sous l'eau; & je l'avois ouvert de tems en tems. J'ai essayé de faire détoner trois mesures de cet air, qui ont donné pour résidu 0,80. Avant d'être sur l'eau, ils avoient donné 0,15.

L'air pur & l'air inflammable tenus sur le mercure, s'altèrent aussi, quoiqu'ils n'éprouvent pas de diminution sensible. J'ai essayé ceux des expériences précédentes, dont une partie d'air pur & deux d'air inflammable, avoient demeuré deux mois sur le mercure dans les chaleurs de l'été. Trois mesures que j'ai fait détonner ont donné pour résidu 1,05, 1,06, & auparavant ils avoient donné 0,24.

M. Priestley a fait une observation essentielle à cet égard. C'est que l'air inflammable se décompose bien plus promptement au moment qu'il se dégage, au moment de *sa naissance*, suivant son expression, que quelque tems après.

En

En introduifant de l'air inflammable au moment qu'il fe dégage dans une maffe d'air commun, les airs diminuent promptement, & le réfidu eft très-vicié ; au lieu qu'en faifant paffer la même quantité d'air inflammable tout à la fois dans la même maffe d'air commun, il faut beaucoup plus de tems pour que ces airs fe décompofent.

Un mêlange de limaille d'acier & de fleurs de foufre, donne de l'air inflammable. J'ai mis une once de limaille d'acier bien pure avec un gros de fleurs de foufre dans une cornue de la capacité d'une pinte, qui étoit pleine d'eau. Il s'eft dégagé un air inflammable dont je parlerai ailleurs. J'avois mis dans une autre cornue un pareil mêlange & y ai fait paffer de l'air pur retiré du précipité rouge : il n'eft refté qu'un pouce d'eau environ dans la cornue pour couvrir le mêlange. J'ai plongé le bec de la cornue dans le bain de mercure. L'air s'eft peu à peu abforbé, & au bout de deux mois, il n'en eft demeuré qu'environ le quart.

J'ai mêlé une mefure de cet air & trois de bon air nitreux. Les quatre mefures ont été réduites à 1,65, 1,68. Une mefure de cet air pur, avant que d'avoir été fur le fer & le foufre, avec trois d'air nitreux, m'avoit donné

0,25. Cet air avoit donc été singulièrement vicié.

J'essayai aussi d'enflammer cet air, soit avant son mêlange avec l'air nitreux, soit après; mais inutilement. Il a toujours éteint la bougie, & n'a pu s'enflammer dans l'eudiomètre.

J'ai répété l'expérience d'une autre manière, en faisant sortir toute l'eau de la cornue & la remplissant parfaitement d'air pur. Le mêlange de limaille de fer & de soufre étoit seulement humecté, le bec de la cornue également plongé dans le mercure; l'absorption s'est faite avec beaucoup de rapidité, & presque tout l'air a disparu en 48 heures. La portion qui est restée étoit de l'air impur.

6°. L'air inflammable est même absolument décomposé par son agitation dans l'eau, & se rapproche de la qualité d'air pur. M. Priestley ayant agité, pendant dix minutes, un bon air inflammable dans une grande auge pleine d'eau, l'essaya ensuite avec l'air nitreux, & il vit qu'il étoit diminué presque autant que l'air commun. Une chandelle y brûla, & une souris y vécut très-bien.

La même expérience m'a réussi constamment. J'ai pris huit mesures d'air inflammable, retiré du fer & de l'acide vitriolique. Je les ai agitées long-tems dans l'eau, en les faisant passer sou-

vent d'une cloche dans une autre. Après les avoir ainsi agitées demi-heure, j'en ai essayé une mesure avec une d'air nitreux. Les deux mesures ont été réduites à 1,68 ; tandis qu'auparavant une mesure du même air inflammable & une d'air nitreux n'avoient souffert aucune diminution. Nous avons vu précédemment que l'air inflammable qui a séjourné long-tems sur l'eau & y a été agité, éprouve encore une bien plus grande diminution par l'air nitreux, & que les corps allumés ne s'y éteignent pas.

Toutes ces expériences font voir que l'air inflammable peut se décomposer par le moyen de l'eau jusqu'à un certain point ; qu'il perd son inflammabilité en tout ou en partie ; qu'enfin il passe à l'état d'air impur ou phlogistiqué, & que même il peut se rapprocher de l'état d'air pur. Nous avons un grand nombre d'autres expériences qui prouvent la même chose.

J'ai éteint un charbon ardent dans le bain de mercure, puis l'ai fait passer sous une cloche pleine d'air inflammable, retiré du fer & de l'acide vitriolique. Il en a absorbé deux fois son volume. Ce charbon, porté ensuite dans la cuve à eau, & mis sous une cloche, il s'est dégagé un quart environ de l'air absorbé, quelquefois plus. J'ai fait détoner deux mesures de cet air & une d'air pur. Ils ont donné 0,80,

0,90. Cet air avoit donc été très-vicié par le charbon.

J'ai mêlé une mesure de bon air nitreux avec une de cet air inflammable absorbé & ensuite dégagé du charbon : il y a eu une diminution considérable, les deux mesures ont été réduites à 1,80.

M. l'abbé Fontana a agité de l'air inflammable avec le sang. Il a reconnu que cet air perdoit de ses propriétés, & qu'une mesure avec une d'air nitreux, donnoit 1,85, tandis qu'auparavant il n'éprouvoit aucune diminution.

Schéele ayant respiré l'air inflammable plus de vingt fois, trouva que pour lors il n'étoit ni inflammable, ni propre à entretenir la combustion des corps. Une bougie qu'il y plongea s'éteignit aussi-tôt, & y ayant ajouté de l'air commun, il ne put l'enflammer.

Cette expérience a été révoquée en doute jusqu'à un certain point par M. Fontana; ayant tenu des cochons d'Inde dans de l'air inflammable, il a trouvé que l'air n'avoit point perdu son inflammabilité. J'ai donc voulu répéter l'expérience.

J'ai rempli un flacon de 75 pouces d'air inflammable, retiré du fer & de l'acide vitriolique très-affoibli, de celui dont je me sers pour ces expériences de 1004 à l'aréomètre,

& après l'avoir bien lavé dans l'eau & avoir vidé ma poitrine par une grande expiration & me tenant les narines fermées, je l'ai respiré par le moyen d'un siphon recourbé, introduit dans le flacon qui reposoit sur l'eau. Je n'y ai pu faire que 14 à 15 inspirations très-précipitées. Sur la fin je ne pouvois plus respirer. Je ne puis mieux comparer cet état qu'à celui où l'on est après avoir respiré long-tems le même air. Je n'ai pas eu d'autre douleur, ou plutôt d'autre mal-aise. L'odeur même incommode peu.

J'ai ensuite essayé l'air; en ayant mis dans une petite cloche & en ayant approché une bougie, il a brûlé moins bien qu'il ne brûle ordinairement.

J'en ai fait détoner trois mesures avec une d'air pur; le résidu a été 0,85.

J'en ai mélangé une mesure avec une d'air nitreux; le résidu a été 1,78.

On voit que cet air a été altéré, comme dans les autres opérations dont nous avons parlé, & effectivement cela doit être d'après les propres expériences de M. Fontana, qui, ayant agité avec le sang de l'air inflammable, a trouvé qu'il étoit ensuite absorbé par l'air nitreux. J'observe néanmoins que quelque précaution que j'aie prise, je ne puis pas assurer qu'il ne soit resté une petite portion d'air at-

mosphérique dans ma poitrine, qui par conséquent aura pu se mêlanger avec l'air inflammable, & l'aura un peu altéré.

L'étincelle électrique altère aussi l'air inflammable. M. Van-Marum ayant tiré, avec sa grande machine, un grand nombre d'étincelles dans de l'air inflammable dégagé de l'esprit de vin par le moyen de l'acide vitriolique, a observé que cet air ne pouvoit plus s'enflammer.

Le soufre paroît encore vicier l'air inflammable. J'ai rempli une cornue de cet air, & j'y ai fait passer un gros de soufre. J'ai chauffé le soufre, & l'ai agité avec l'air inflammable; il s'est fondu d'abord, dans ce moment il a paru y avoir absorption d'air, car l'eau a remonté dans le col de la cornue, quoique le feu fût le même. Le feu ayant été augmenté, l'eau est redescendue. Le soufre s'est pour lors sublimé. L'air a pris une vive odeur hépatique, comme l'a vu Schéele. J'ai ensuite essayé cet air à l'eudiomètre; deux mesures & une d'air pur m'ont donné 0,58. J'en ai rempli une petite cloche & en ai approché une bougie allumée; il a brûlé foiblement avec une flamme bleue, mais sans détoner.

Je l'ai essayé encore avec l'air nitreux. J'en ai pris deux mesures & deux de bon air nitreux. Le résidu a été 3,70. Cet air avoit donc été en

partie décompofé, & ramené à l'état d'air pur.

Enfin M. Diller, par fon procédé qu'il n'a pas encore publié, empêche la détonation de l'air inflammable. C'eft donc une efpèce d'altération qu'il lui fait fubir.

7°. L'air inflammable retiré des fubftances animales & végétales, foit par le feu en les diftillant, foit par la putréfaction, foit enfin celui des marais, contient toujours une grande quantité d'air acide. Car en l'agitant avec l'eau de chaux, il la précipite conftamment, & éprouve une grande diminution. Ce qui ne peut être dû qu'à la portion d'air acide qu'il contient. Mais cet air étant ainfi bien lavé dans l'eau de chaux n'eft pas encore parfaitement pur.

J'ai mis une once de bois de chêne dans une petite cornue, que j'ai placée fur le feu, avec l'appareil pneumato-chimique. Sans parler dans ce moment des autres produits, il a paffé beaucoup d'air que j'ai reçu dans différentes cloches. J'ai pris une des dernières cloches que j'ai bien agitée dans l'eau de la cuve. Il y a eu environ un quart de diminution.

J'ai fait paffer trois mefures de l'air d'une autre cloche dans l'eudiomètre, qui étoit plein d'eau de chaux, & qui repofoit dans un vafe plein de la même eau de chaux. L'eau a été précipitée abondamment, & les trois mefures

ont été réduites à 2,08. J'ai ensuite pris deux mesures de cet air avec une d'air pur, & les ai fait détoner; le résidu a été 2,04, 2,05. Ce résidu passé dans l'eau de chaux, l'a troublé & a été diminué de quelques degrés; ce qui annonce qu'il y avoit eu encore de l'air acide de produit.

L'air retiré des substances animales donne à peu près les mêmes résultats, comme nous le verrons ailleurs; ainsi que l'air des marais, l'air qui se dégage des matières putrifiées, &c.

Ces airs inflammables sont donc mêlés 1°. de beaucoup d'air acide, 2°. d'air impur ou phlogistiqué; 3°. mais ils contiennent encore un principe qui, par leur détonation avec l'air pur, forme une nouvelle portion d'air acide. Il s'agit de savoir quel est ce principe.

M. Priestley paroît croire que cet air acide étoit contenu dans les airs avant leur combustion, & qu'il est simplement dégagé. Mais on ne conçoit pas que cet air n'eût pas été absorbé par l'eau de chaux.

Les Physiciens qui croient que l'air acide est composé de charbon & d'air pur, disent qu'il y a du charbon contenu dans cet air inflammable, qui, après la combustion, donne de l'air acide; c'est pourquoi ils l'appellent air inflammable charbonneux.

J'aime mieux croire que cet air acide eſt dû à la décompoſition de la partie huileuſe ou acide que contiennent toujours ces airs, comme nous l'avons vu, & que nous le verrons plus amplement, & qui dans la combuſtion eſt brûlée & décompoſée.

Mais exiſte-t-il un air inflammable, qui, après ſa combuſtion, ne donne point d'air acide ? C'eſt ce que nous rechercherons ailleurs.

Nous venons d'expoſer un grand nombre des propriétés de l'air inflammable. Il nous reſte à examiner ſi cet air exiſte tout formé dans les corps d'où on le retire, ou ſi c'eſt un produit nouveau.

Je penſe que l'air inflammable que je regarde comme le vrai phlogiſton de Stahl, eſt une ſubſtance *ſui generis*. Je ne crois point qu'il ſoit compoſé de ſubſtances acides, alkalines, métalliques, huileuſes, &c. Il me paroît que toutes ces ſubſtances avec leſquelles il ſe trouve ſouvent mêlé, lui ſont tout-à-fait étrangères, & qu'il eſt tout formé dans les corps d'où on le retire. On convient aſſez généralement qu'il exiſte dans les végétaux & les animaux. Je prouverai ailleurs qu'il ſe trouve dans le ſoufre & le phoſphore. Je vais donner ici un précis des preuves que j'ai données ailleurs pour faire voir qu'il étoit auſſi dans les ſubſtances métalliques.

1°. Dans la dissolution de la plupart des métaux par les acides, il se dégage de l'air inflammable; & lorsqu'on n'en obtient pas, on le retrouve dans les autres produits. L'acide nitreux ne donne point à la vérité d'air inflammable. Mais nous verrons qu'il existe dans l'air nitreux, qui est l'air inflammable déguisé.

Il est vrai qu'on objecte que cet air inflammable ne vient point du métal, mais de la décomposition de l'eau. Lorsqu'on dissout, dit-on, du fer, du zinc dans un acide vitriolique affoibli, on a de l'air inflammable. Mais si l'acide est concentré, on n'a que de l'acide sulfureux ou du soufre. Dans le premier cas, c'est l'eau qui est décomposée, son air pur s'unit à la chaux métallique, & son air inflammable se dégage. Dans le second cas, au contraire, c'est l'acide qui se décompose. Il fournit de son air pur au métal dissous, & lui, il passe à l'état d'acide sulfureux ou de soufre. On apporte pour preuve de ces décompositions que dans cette seconde expérience, si on précipite par un alkali le métal dissous, on reconnoît qu'il y a eu une partie de l'acide décomposée, parce qu'il ne faut pas la même quantité d'alkali pour saturer cet acide, qu'il en faut pour saturer une portion d'acide égale à celle qui a été employée. Au lieu que lorsque c'est l'eau qui est

décompoſée, la même quantité d'alkali eſt requiſe dans les deux expériences; ſavoir, pour ſaturer l'acide qui a diſſous le fer, & pour ſaturer une égale quantité du même acide.

Je réponds que ces décompoſitions ſuppoſées de l'eau, ne ſont nullement fondées; & que ce ſont des hypothèſes auxquelles on a recours pour expliquer d'autres hypothèſes. Mais je vais prouver cela d'une manière plus directe.

On ſent bien qu'il faut des quantités différentes d'alkali pour précipiter ces deux diſſolutions métalliques, ſavoir, l'une faite par un acide vitriolique affoibli, & l'autre par ce même acide concentré. Mais ce n'eſt pas par la cauſe qu'on aſſigne. Lorſque l'acide eſt concentré, il ne peut agir ſur le métal que par le moyen de la chaleur. Il faut la porter ſouvent juſqu'à l'ébullition de l'acide. Or, il ſe trouve pour lors pluſieurs cauſes de perte : 1°. une plus grande quantité de l'acide eſt volatiliſée, 2°. une autre portion eſt décompoſée. Il doit donc ſe trouver une plus grande perte dans cette ſeconde expérience que dans la première, ſans que cela prouve en faveur de l'hypothèſe qu'on ſoutient.

Car il n'eſt pas exact de dire que dans la diſſolution du fer, du zinc, &c. par l'acide

vitriolique affoibli, il n'y ait point de perte de l'acide.

J'ai versé sur 100 grains de limaille d'acier 4 onces d'un acide vitriolique très-affoibli qui étoit à l'eau, comme 1004 à 1000. La dissolution s'est faite très-lentement, & n'a été finie que dans 7 heures. Il s'est dégagé 120 pouces d'air inflammable. Tout l'acier a été dissous, excepté quelques parties noirâtres, dont une partie est certainement de l'éthiops très-attirable à l'aimant. Peut-être l'autre est-elle de la plombagine, comme l'ont dit Rinman, Bergman, &c.

J'ai pour lors versé dans cette dissolution un alkali du tartre très-étendu d'eau, jusqu'à ce que tout le fer fût bien précipité, & j'ai même mis plutôt un excès d'alkali. Il en a fallu 1245 grains. Le point de saturation est très-difficile à observer parce que le précipité est si abondant, que la liqueur devient très-épaisse. Le précipité est d'abord d'un gris blanc. Mais la partie qui touche l'air verdit bientôt, & ensuite devient jaunâtre ou ocreuse. Pour m'assurer si tout étoit précipité, j'y ai encore ajouté 300 grains du même alkali, & ayant bien agité la liqueur avec un tube de verre, j'en ai pris une portion dans laquelle j'ai versé deux gouttes d'acide vitriolique. Il y a eu une vive effer-

vefcence, ce qui indique que l'alkali étoit en excès. J'en ai également verfé dans le refle de la liqueur, & j'ai eu la même effervefcence.

J'ai étendu la liqueur d'eau diftillée, & l'ai filtrée. Le précipité eft demeuré fur le filtre, je l'ai ramaffé, & l'ai fait deffécher à une chaleur de plus de 80 degrés. Il eft devenu de couleur d'ocre foncée ou de terre d'ombre. Son poids étoit de 150 grains. Il avoit donc acquis 50 grains. Il eft vrai que ce précipité conferve toujours une partie d'eau. D'ailleurs une portion de l'air acide s'y eft unie. Enfin, il a acquis de l'air atmofphérique qui s'eft combiné avec lui.

J'ai pris, d'un autre côté, la même quantité du même acide vitriolique, c'eft-à-dire quatre onces. J'y ai verfé du même alkali jufqu'à faturation parfaite. Il m'a fallu prefque le double d'alkali, c'eft-à-dire, 2215 grains.

On ne peut donc difconvenir qu'il n'y ait eu une perte confidérable d'acide, quelqu'erreur qu'il puiffe s'être gliffée dans l'expérience. Car on ne peut aller que par des à peu près. Or qu'eft devenu cet acide ? fans doute une légère partie a été volatilifée. Mais une plus grande partie a été décompofée & a fourni au précipité cet excès de poids, qui par conféquent ne vient point de la décompofition de l'eau.

2°. Les alkalis caustiques dégagent l'air inflammable du fer & du zinc. Schéele a mêlé de la limaille de zinc avec un peu d'alkali caustique & a distillé. Il a obtenu de l'air inflammable. M. de Lassone a mêlé de la même limaille de zinc avec de la pierre à cautère, & ayant distillé, il s'est dégagé beaucoup d'air inflammable, & l'alkali s'est trouvé uni à de l'air acide. Enfin, de l'alkali volatil aéré, versé sur de la limaille de zinc, en dégage également l'air inflammable.

On pourroit peut-être aussi objecter que cet air est dû à la décomposition de l'eau. Mais où prendre cette eau, pour avoir cette si grande quantité d'air inflammable dans de la pierre à cautère. D'ailleurs d'où vient l'air acide. On est obligé de dire qu'il y a du charbon dans le zinc. C'est ce que nous examinerons ailleurs.

3°. M. Kirwan a fait un amalgamme de zinc & de mercure, & l'a soumis au feu. Il a obtenu de l'air inflammable. Ici on ne peut trouver de l'eau. Mais sans doute on aura encore recours au charbon qu'on suppose dans le zinc. Mais le charbon qu'on suppose dans les métaux y est sans eau, & dans les principes reçus, ne doit point donner d'air inflammable.

4°. Toutes les substances métalliques font détoner le nitre, comme le font les charbons,

les huiles, la cire dans lesquels on admet l'air inflammable.

Il est vrai qu'on pourra répondre que les métaux étant des corps combustibles simples ou élémentaires peuvent faire détoner le nitre.

Mais je ferai voir ailleurs que cette détonation est le plus souvent accompagnée d'une production d'air acide. Or, cet air ne peut être formé que par la combinaison d'une portion d'air pur, avec un principe quelconque qui se trouve dans le métal & qui n'est pas lui. On a été obligé pour répondre à cette expérience de dire que quelques substances métalliques contiennent du charbon ou de la plombagine, & de convenir par conséquent que le métal n'est pas quelque chose de simple.

5°. Un grand nombre de substances métalliques, telles que le plomb, le mercure, l'étain, &c. ne peuvent se dissoudre dans l'acide vitriolique, qu'autant que la dissolution est aidée par le feu; & pour lors on n'obtient point d'air inflammable, mais de l'acide sulfureux & du soufre. Or nous ferons voir qu'il paroît que l'acide sulfureux & le soufre sont composés d'acide vitriolique & d'air inflammable.

On pourra répondre qu'ici l'acide est décomposé en partie ou en totalité. Mais nous avons vu qu'il n'est nullement prouvé que l'acide soit

plus décomposé dans cette expérience, que dans celle où il n'y a que de l'air inflammable dégagé.

6°. Stahl avoit fait voir que le tartre vitriolé & tous les sels vitrioliques traités avec le charbon donnoient du soufre. M. Monnet a prouvé que beaucoup de métaux, tels que le fer, l'étain, le zinc, &c. produisoient le même effet que le charbon. Stahl disoit que le soufre étoit produit par le principe inflammable du charbon combiné avec l'acide. Dans l'autre opinion, on sera obligé de dire que l'acide y est décomposé. Mais ici il y a toujours des pertes. Ainsi on ne peut appliquer le calcul.

7°. De la limaille de fer, de zinc, mise dans des matras ou des tubes de fer, ou de toute autre matière, & exposée au feu, donne de l'air inflammable. On répond à cette expérience que ces limailles ne donnent de cet air que lorsqu'elles sont humectées ; d'où on conclut qu'il est dû à la décomposition de l'eau. Nous en parlerons ailleurs, & nous ferons voir qu'il n'est point prouvé que l'eau soit ici décomposée ; elle ne sert qu'à volatiliser l'air inflammable.

8°. La plupart des substances métalliques brûlent avec une flamme très-vive, telles que le fer, le zinc, le régule d'arsenic, l'étain, &c.

&

& les autres donnent également de la flamme, mais moins vive. Or il paroît qu'il n'y a que l'air inflammable qui, brûlé avec l'air pur, puisse donner de la flamme.

On ne peut répondre à ceci qu'en disant que tous les métaux sont des substances combustibles, élémentaires, simples ou non décomposées. Or nous verrons que cette idée paroît peu fondée, & qu'il est bien plus philosophique d'admettre un seul & même principe inflammable qui se trouve dans tous les corps combustibles & peut passer de l'un dans l'autre.

9°. Beaucoup de chaux métalliques sont révivifiées en partie par l'air inflammable. La chaux de bismuth, celle d'argent, &c. noircissent promptement par le contact de l'air inflammable, &c. &c.

10°. Schéele fit voir que son acide arsenical se révivifioit avec la plus grande facilité, par le phlogistique. M. Pelletier mit de l'acide arsenical sous une cloche pleine d'air inflammable, il obtint un précipité noirâtre, qui étoit un régule d'arsenic.

J'ai renversé un tube plein d'air inflammable dans de l'acide arsenical. L'air a été absorbé; & il s'est précipité du régule d'arsenic. Pour m'en assurer, j'ai filtré cet acide, les parties noirâtres sont demeurées sur le filtre. Ramassées

avec soin, desséchées & jettées dans le nitre en fusion, elles ont produit détonation. L'air inflammable du tube étoit altéré.

Ces expériences sont des plus concluantes. On ne pourroit y répondre dans l'autre opinion, qu'en disant que cet air inflammable s'est uni à l'air pur de cet acide métallique & de ces chaux, pour former de l'eau. Mais nous avons démontré que cette combinaison n'a pas lieu sans combustion, & que ces deux airs mêlés & reposant sur le mercure ne donnent jamais de l'eau.

M. Priestley a encore observé qu'en chauffant des tubes de flintglass remplis d'air inflammable, ils noircissoient, ce qui étoit dû à une révivification partielle de la chaux de plomb; & l'air inflammable avoit été diminué & altéré.

J'avois mis des dissolutions de foie de soufre dans des flacons de flintglass, ils sont devenus tout noirs. L'air inflammable s'y est donc combiné sans le secours du feu?

11°. Des dissolutions métalliques, telles que celles d'argent, de cuivre, d'arsenic, &c. mises avec des bâtons de phosphore, sont révivifiées comme l'ont observé MM. de Bullion, Sage, Pelletier. Le phosphore exhale sans cesse une espèce d'air inflammable qui opère cette révivification.

Il faudroit dire dans l'autre opinion que la chaux métallique donne au phosphore une portion de son air pur, & qu'il y a combustion. Mais on verroit là flamme, & il n'y en a point. D'ailleurs, les chaux métalliques ne donnent point leur air pur sans le secours du feu.

12°. Une dissolution d'or par l'eau régale mise dans des huiles essentielles, l'or se trouve révivifié au bout de quelque tems, & nage sous sa forme naturelle sur l'huile. Ces huiles exhalent continuellement un air inflammable, comme on l'observe dans l'huile de térébenthine; & c'est cet air qui révivifie l'air.

Dans l'autre hypothèse, rien ne peut enlever ici l'air pur à l'or, à moins qu'on n'admit aussi une production d'eau que nous avons fait voir ne pouvoir avoir lieu.

13°. Si dans une dissolution métallique on ajoute un autre métal qui ait plus d'affinité avec l'acide dissolvant, ce nouveau métal se dissout sans effervescence, & le premier est précipité sous sa forme métallique. C'est sur ce principe que sont fondées ces prétendues transformations des métaux.

Le fer, par exemple, est dissous avec grande effervescence par l'acide vitriolique affoibli, qui en dégage beaucoup d'air inflammable,

Cependant si dans une dissolution de cuivre par l'acide vitriolique on ajoute du fer, celui-ci est dissous sans effervescence, & le cuivre est révivifié. Cette expérience est démonstrative, & est du genre de celles que Bacon appelle *experimentum crucis.* Car que peut devenir l'air inflammable du fer, s'il ne se joint au cuivre, auquel il rend toutes ses propriétés métalliques, tandis que ce même cuivre précipité par un alkali seroit réduit en chaux?

On ne pourroit répondre à cette expérience qu'en ayant également recours à une formation d'eau par l'air pur de la chaux métallique & l'air inflammable. Mais nous avons déjà prouvé que cela ne pouvoit être.

Toutes ces expériences me paroissent ne laisser aucun doute sur la présence de l'air inflammable dans les substances métalliques. On ne peut pas plus la nier que celle de l'air acide dans les substances calcaires. On prouve l'existence de l'air acide dans celles-ci; 1°. parce qu'on l'en retire par les acides, 2°. par le feu, 3°. qu'on reproduit ces substances en rendant à la chaux son air acide; & néanmoins cet air acide n'est jamais pur; il est également altéré par les substances dont on le retire.

Or la même chose a lieu pour les métaux relativement à l'air inflammable. 1°. On retire

cet air par les acides ; 2°. par le feu ; 3°. on révivifie les chaux métalliques avec cet air.

Si on perfiftoit à regarder l'air inflammable comme étranger aux métaux, & dépendant de la décompofition des acides ou de l'eau, je demanderai pourquoi ne pas regarder l'air acide comme étranger aux fubftances calcaires & aux alkalis aérés, & provenant de l'acide, car il y en a également une petite perte, foit qu'il foit volatilifé, foit par toute autre caufe, &c. pourquoi ne pas dire que dans la diftillation du nitre ou du fel marin par l'intermède de l'acide vitriolique, les acides nitreux & marin qui fe dégagent, font dus à la décompofition de l'acide vitriolique? ne feroit-ce pas renverfer les théories les mieux établies? On peut donc regarder comme bien démontré, qu'il exifte de l'air inflammable dans les métaux, & qu'il n'eft pas produit inftantanément dans les opérations d'où on le retire, foit par la décompofition de l'eau, foit par celle des acides ou des alkalis, &c.

L'exiftence de cet air n'eft pas moins prouvée dans les produits des êtres organifés. On en convient dans toutes les opinions. Les Phyficiens qui admettent la décompofition de l'eau veulent feulement que cet air chez les végétaux & les animaux, vienne uniquement de la

décompofition de l'eau qui s'opère chez eux dans le travail de la végétation.

Cependant en fe fervant des argumens par lefquels ils prétendent nier l'exiftence de l'air inflammable dans les métaux, on pourroit également leur prouver qu'il n'y en a point dans les êtres organifés ; & voici comme on pourroit raifonner. « Les végétaux & les animaux » ne contiennent que du charbon & de l'eau. » Lorfqu'on les diftille, l'eau eft décompofée » par le charbon. Son air pur fe combinant » avec le charbon, forme de l'air acide, & » fon air inflammable fe dégage ». Cet argument eft dans leurs principes, & fe trouve fans replique. Cependant ils conviennent qu'il ne prouve pas, & ils perfiftent à admettre de l'air inflammable réellement exiftant dans les végétaux & les animaux. Ils doivent donc avouer que ceux qu'ils font contre l'exiftence de l'air inflammable dans les métaux, ne font pas plus concluans.

Tous les faits que nous avons rapportés jufques ici, me portent à croire que l'air inflammable eft un, qu'il eft le feul principe inflammable que nous connoiffions, qu'il paffe d'un corps dans un autre, s'y combine & qu'il peut enfuite en être dégagé, comme le font tous les autres corps. C'eft dans cet état de combi-

maison qu'il est le vrai *phlogiston* de Stahl. Il ne jouit pas dans cet état de sa qualité aériforme. Il est à cet égard comme l'air acide ou tous les autres airs lorsqu'ils sont combinés. Il ne reprendra sa forme aérienne, que lorsqu'il sera dégagé, qu'il cessera d'être combiné.

Mais quelle est la nature de cet air inflammable dont nous nous sommes occupés jusques ici ? Les Physiciens sont partagés à cet égard, & chacun a son opinion.

Plusieurs regardent cet air comme le produit des acides volatilisés ou décomposés, auxquels s'est combiné le phlogistique.

Il pourroit venir de la décomposition des acides où je pense qu'il existe. Mais il ne sauroit être l'acide lui-même volatilisé ; puisque les acides réduits en vapeurs sont condensés par le froid, & l'air inflammable se soutient constamment à l'état aériforme. D'ailleurs on retire l'air inflammable des métaux sans acide, mais seulement par les alkalis. Ainsi cet air ne peut donc venir des acides seuls.

M. Senebier croit que les différentes espèces d'air inflammable ne sont que le phlogistique, uni & combiné avec les différentes substances dont on le retire, soit les acides, soit les alkalis, soit les huiles.

M. de Volta, qui regarde l'air pur comme

composé d'eau unie à la matière de la chaleur, croit aussi que l'air inflammable est l'eau unie au phlogistique.

Les Chimistes pneumatistes pensent que l'air inflammable est une substance simple, élémentaire ou non décomposée.

Je regarde l'air inflammable comme une combinaison particulière de l'air pur, avec la matière du feu, de la lumière ou causticon, & une grande quantité d'eau, &c.

1°. On ne sauroit y nier la matière du feu, de la lumière; elle se dégage en trop grande abondance dans son inflammation.

2°. Il contient aussi beaucoup d'eau. Nous l'avons prouvé par beaucoup d'expériences. D'ailleurs, on en convient dans toutes les opinions.

3°. On ne peut non plus y méconnoître une portion d'air. Car nous avons vu que dans toutes les altérations qu'éprouve l'air inflammable, soit par son séjour sur l'eau, soit par l'étincelle électrique, soit lorsqu'il est absorbé par le charbon, &c. il y a toujours un résidu aériforme qui est ou de l'air impur, c'est-à-dire phlogistiqué, ou de l'air pur. Ce phénomène est constant; & par conséquent prouve invinciblement qu'il y a une espèce d'air quelconque dans l'air inflammable; & comme je crois que

l'air pur eſt l'air élémentaire, je penſe que c'eſt celui-ci qui ſe trouve dans l'air inflammable, & ce qui le confirme, c'eſt qu'on peut toujours ramener l'air inflammable à l'état d'air pur.

On ne ſauroit donc dire que l'air inflammable ſoit une ſubſtance élémentaire, puiſqu'on le décompoſe, & qu'on le fait paſſer à l'état d'air pur & d'air impur.

Il ne peut pas être davantage un compoſé d'acides, ou d'alkalis, ou d'eau, unis au phlogiſtique, ſi par phlogiſtique on entend ſeulement la matière du feu combiné. On doit reconnoître de l'air dans l'air inflammable.

Pour pouvoir démontrer complettement mon opinion, il faudroit avec l'air pur, l'eau & la lumière, le feu ou cauſticon, faire un véritable air inflammable. Mais la nature ne forme jamais de combinaiſons ſans avoir une baſe, comme nous le verrons dans la formation des ſubſtances ſalines, des acides, des alkalis, des métaux, &c. Il lui en faut également une pour faire de l'air inflammable. C'eſt ce que vont prouver les faits ſuivans.

Schéele a expoſé à la lumière de la chaux blanche d'argent qui eſt devenue noire & s'eſt révivifiée en partie comme par le contact de l'air inflammable. Il a obſervé, ainſi que M. Senebier, que le rayon violet produiſoit plus

d'effet que les autres. Il a également exposé à la lumière du soleil de la chaux de manganèse, qui a été révivifiée au point de pouvoir prendre flamme. « Dans cette expérience, dit-il, le » phlogistique tiré des rayons du soleil s'en- » flamme ». Enfin, il a également révivifié de l'or par la simple action des rayons solaires.

Les plantes élevées dans l'eau, même dans l'eau distillée, contiennent beaucoup d'huiles, d'acides, de métaux, qui abondent en air inflammable. Cet air inflammable a donc été formé. Or, la plante ne s'est nourrie que d'air, d'eau, de lumière, ou de matière du feu. Ce sera donc avec ces principes qu'aura été formé l'air inflammable.

Je pense que la nature emploie dans cette opération plutôt le causticon ou feu combiné, que le feu pur. Voici les faits qui me paroissent l'indiquer. Toutes les chaux métalliques que nous avons vu se révivifier au soleil, contiennent le causticon. Si on précipite une dissolution métallique par la craie ou par la chaux vive, on a des précipités bien différens. Nous verrons que ceux faits par la chaux sont phlogistiqués dans le même état que ceux qui ont eu le contact de l'air inflammable, & que les autres en diffèrent. La chaux d'argent, précipitée par la chaux, ressemble à celle qui a été

en contact avec l'air inflammable.... C'est ce qui me fait croire que la nature, pour former l'air inflammable, préfère le causticon.

Il me paroît que tous ces faits ne permettent pas de douter que les vrais principes de l'air inflammable ne soient l'air pur combiné avec le feu, la lumière pure, ou déjà combinée sous forme de principe de la chaleur ou causticon, & une grande quantité d'eau : tandis que les portions acides, alkalines, métalliques, huileuses, &c. qu'il a pu volatiliser, lui sont tout-à-fait étrangères. On peut l'en dépouiller jusqu'à un certain point sans le dénaturer. Cependant ces parties étrangères le modifient & produisent toutes les différences qui existent dans les diverses espèces d'air inflammable, quoique essentiellement il paroisse le même.

Cette notion de l'air inflammable répond parfaitement aux phénomènes que nous présente cet air. Il ne peut devoir son inflammabilité qu'au principe du feu de la lumière ou de la chaleur. Mais ce principe ne sauroit y être seul. Il y est uni à quelque corps plus grossier qui le fixe, puisque autrement il se dissiperoit & chercheroit à se mettre en équilibre dans les corps voisins. Cette substance, qui lui donne des entraves, ne paroît pouvoir être que l'air principe, l'air pur. Si c'étoit un

principe aqueux ou un acide volatilisé, cet air ne feroit point permanent. Il se condenseroit par le froid, comme les vapeurs éthérées, ou dans l'eau, comme l'air acide sulfureux, l'air acide marin, l'air alkalin, &c. Il n'y a donc que l'air pur qui puisse ici fixer le feu ou la lumière. Ils sont combinés : tandis que dans l'air pur, le principe de la chaleur s'y trouve bien, mais il n'est pas combiné. Il y est seulement comme dans l'eau, ou tout autre corps réduit en vapeurs.

Pour mieux faire entendre ma pensée dans des matières aussi difficiles, je vais me servir d'une comparaison. Je dis que le causticon ou le feu combiné, se trouve dans l'air inflammable combiné avec l'air pur, ainsi qu'il l'est avec la terre calcaire dans la chaux. Ce composé de causticon & d'air pur, peut être réduit à l'état aériforme par la chaleur libre, comme l'eau ou tout autre corps. Mais lorsqu'il se combinera dans les corps, il cessera d'être à l'état aériforme, & perdra sa chaleur libre sans rien perdre du causticon ou chaleur combinée. L'air inflammable, dans cet état de combinaison, est le vrai phlogistique.

Mais cet air contient encore une grande quantité d'eau qui se décèle sur-tout dans sa combustion, & qui probablement lui est essen-

tielle ; au moins n'a-t-on jamais pu l'en dépouiller. Si on pouvoit y parvenir, cet air feroit d'une légèreté extrême.

Lorfqu'on opère la combuftion de l'air inflammable avec l'air pur, toutes fes véficules fe brifent, il eft pour lors décompofé. Tous fes principes fe féparent. La matière du feu de la lumière fe diffipe fous forme de flamme, de lumière, de chaleur ; l'eau fe précipite ainfi que les portions d'acides, d'huiles, d'alkali, qu'il peut contenir.

Enfin fa partie aérienne ceffant d'être fous forme véficulaire eft réduite à fes élémens, & fe trouve pour lors affez tenue pour fe diffiper à travers les parois des vaiffeaux. C'eft ce qu'on aura peut-être de la peine à admettre. Mais les autres faits que nous avons expofés ne permettent guère d'en douter.

Nous avons vu que l'air inflammable eft décompofé par un grand nombre de procédés différens, & fe transforme en d'autres airs, favoir, en air pur & en air impur, & que dans toutes ces opérations il eft fingulièrement diminué. Mais l'expérience qui me paroît la plus convaincante, eft celle de fon abforption par l'eau.

L'air inflammable expofé fur l'eau dans des cloches, ou de grands flacons bien bouchés,

est toujours considérablement absorbé. Or qu'est devenu cet air ? Il n'a pas été changé en eau, puisqu'il n'y a point eu de combustion, & que jamais cet air ne se résout en eau que par sa combustion avec l'air pur.

Il faut donc que cet air ait été décomposé par l'eau, & réduit à ses principes élémentaires, comme par la combustion. La matière de la chaleur se dégagera à l'ordinaire, l'eau sera précipitée & se mêlera avec celle des vaisseaux. Enfin, la partie aérienne cessera d'être à l'état aériforme, acquerra assez de subtilité pour pouvoir traverser les vaisseaux & s'échapper. Il ne me paroît pas que dans l'état actuel de nos connoissances on puisse donner d'autres explications de ce phénomène.

Si on vouloit rechercher d'où vient l'inflammabilité de cet air, on seroit obligé de remonter à la cause de la lumière. C'est certainement une des questions les plus difficiles de toute la Physique.

Le feu, le fluide lumineux, est l'élément le plus actif de la nature, & il se combine plus difficilement que tous les autres. Néanmoins la lumière se combine aussi, & nous ne connoissons pas de corps où elle ne se trouve. Elle y est sous deux états différens, ou comme air inflammable, ou comme causticon.

Le fluide lumineux ne donne de la lumière que lorsqu'il est agité d'un mouvement assez considérable & particulier, qui soit propre à l'ébranler d'une certaine façon. Comme nous ne pouvons saisir ce fluide, ni ce mouvement particulier dont nous parlons, tâchons d'éclaircir la question par une comparaison avec l'air.

Il y a la plus grande analogie entre les couleurs & les sons. Ceux-ci sont les effets d'un mouvement de trépidation, d'oscillation dans une masse d'air. Toute sorte d'agitation de l'air ne produit pas de son. Le vent le plus impétueux n'est pas sonore par lui-même, tandis que la plus légère oscillation des parties composantes d'un corps élastique, fait naître des sons.

La flamme & la lumière d'un corps enflammé ne seront également produites que lorsque le fluide lumineux sera ébranlé par un corps qui fera des ondulations. Effectivement, si on observe un corps en état de combustion, tel qu'une bougie, on verra que la flamme est produite par des expansions continuelles de parties huileuses, qui, réduites en vapeurs vésiculaires par le grand mouvement d'ignition, éclatent & se dissipent, ce qui produit dans le fluide lumineux le mouvement d'oscillation que les corps sonores produisent dans l'air.

Mais la flamme de cette bougie paroît entièrement dûe à l'air inflammable contenu dans la cire & à l'air pur nécessaire pour sa combustion. Elle est ensuite modifiée par l'eau, & les autres substances qui leur sont unies, comme le sont tous les produits de la nature. Ce sont ces substances qui colorent la flamme ou la rendent blanche; car l'air inflammable pur donne une flamme bleue.

L'air inflammable étant composé de petites vésicules d'air pur, combiné avec le causticon & l'eau, & ces vésicules étant pleines de la matière de la chaleur libre, ainsi que celles de l'air pur, ces vésicules, dans l'acte de l'ignition, se briseront avec effort, & par leurs oscillations, elles ébranleront le fluide lumineux, produiront de la lumière & de la flamme.

Ce mouvement décompose l'air inflammable. Le feu ou la matière de la chaleur qui le tenoit ainsi sous forme de vapeurs vésiculaires, se dégage de ses combinaisons avec les principes de l'air inflammable, pour en former de nouvelles. L'air inflammable & l'air pur, par la combustion, se trouvent changés partie en air phlogistiqué ou impur, partie en d'autres principes. Enfin, une troisième portion se dissipe & traverse les vaisseaux. Schéele croit même qu'il y en a une portion changée en vrai

vrai fluide lumineux. Mais rien ne prouve ce ſentiment. En même tems ces deux airs abandonnent toute l'eau qu'ils contenoient ſous forme de vapeurs, & elle reparoît avec ſes qualités ordinaires.

Comme on ne peut jamais dépouiller ces deux airs entièrement de l'eau qu'ils contiennent, parce qu'ils ont toujours plus d'affinité avec elle, que n'en ont les corps qu'on emploie à cet effet; nous ne pouvons pas aſſurer poſitivement s'il feroit poſſible de les en priver entièrement, & s'ils ne ceſſeroient pas d'être ce qu'ils ſont dans l'hypothèſe qu'on parvînt à la leur toute enlever. Cependant, comme ils ne ſont point altérés lorſqu'on leur ôte toute celle que l'on peut, que même ils n'en ſont que plus purs, nous ne pouvons décider ſi cette eau ne leur eſt pas abſolument eſſentielle.

Il reſte encore à ſavoir pourquoi l'air pur eſt ſi néceſſaire à l'inflammation & à la combuſtion de l'air inflammable, de manière que celui-ci ne peut jamais s'enflammer ſans l'autre. La cauſe de ce phénomène paroît dépendre de la grande affinité qu'a l'élément du feu, le principe de la chaleur avec l'air pur. Toutes les expériences que nous avons rapportées juſqu'ici le prouvent aſſez, & elle le ſera encore davantage par la ſuite. En conſéquence de cette

affinité, dès que la matière de la chaleur jouit d'une assez grande liberté, que ses combinaisons se sont brisées, elle se porte avec violence vers l'air pur, & s'y combine. C'est ce qui arrive dans l'ignition. Le feu contenu dans l'air inflammable, y acquiert un mouvement assez considérable pour jouir de toute sa fluidité. Il se portera avec force vers l'air pur aussi-tôt qu'il en rencontrera. Il y aura action & réaction de la part de ces deux fluides. Toutes les petites vésicules sous lesquelles est renfermé le feu, seront brisées avec effort. Par cette explosion vive de la matière du feu, le fluide lumineux est ébranlé, & la flamme est produite.

Cette explosion est augmentée par la quantité de chaleur spécifique que contient l'air pur, & qui se dégage en même tems. En supposant que l'air pur soit aussi sous forme de vapeurs vésiculaires, comme on ne peut en douter, ses vésicules se briseront également.

La partie d'air qui forme l'enveloppe des vésicules de l'air pur & de l'air inflammable, ébranlera à son tour l'air de l'atmosphère, & y produira un son plus ou moins vif, ce qui forme la détonation.

Pour continuer notre comparaison, ce sont les mêmes phénomènes que lorsqu'on verse un acide sur de la craie, par exemple, il y a une

vive effervefcence qui produit un fon, un frémiffement plus ou moins confidérable. S'il y avoit dégagement de la matière du feu, & ofcillation dans les véficules qui la contiennent, ce fon feroit accompagné de lumière. C'eft ce qui a lieu dans l'inflammation des huiles : il y a d'abord une vive effervefcence, accompagnée de frémiffement ; enfin la lumière paroît.

Néanmoins la détonation ne paroît point néceffaire à l'inflammation de ces airs. Nous avons vu que M. Diller eft parvenu à les enflammer fans les faire détoner, & que même il leur ôte entièrement cette qualité. Les airs inflammables, mêlés de beaucoup d'air impur & d'air acide, ne détonent pas ou détonent peu.



DE L'AIR ACIDE (ou *Air fixe*).

L'Air acide a été la première espèce d'air qu'on ait bien démontré être différente de l'air atmosphérique. Vanhelmont observa qu'il se dégageoit beaucoup d'air des liqueurs en fermentation, & il prouva que cet air étoit mortel aux animaux.

Venel, dans l'analyse qu'il donna en 1750 des eaux de Seltz, en retira une grande quantité d'air, & il démontra que c'étoit cet air qui donnoit à ces eaux toutes leurs qualités. Mais ses expériences ne furent pas suivies, & il ne vit pas que cet air étoit différent de l'air atmosphérique.

M. Black, en 1761, retira également cet air de la pierre calcaire, des alkalis aérés, &c. soit en les traitant par le feu, soit en les dissolvant dans les acides. Ce célèbre Physicien en examina les qualités, & il observa qu'elles n'étoient point les mêmes que celles de l'air commun. M. Jacquin confirma ces expériences. Enfin, MM. Macbride, Priestley, &c. les reprirent, & on sait avec quel succès.

L'air acide est contenu dans un grand nombre de corps, tels que 1°. toutes les substances

calcaires, soit terreuses comme la craie, soit pierreuses comme marbre, spath, calcaire, pierres coquillières, mines spathiques, &c.; 2°. tous les alkalis aérés; 3°. toutes les eaux minérales froides, & la plupart des chaudes; 4°. toutes les liqueurs qui fermentent, telles que le vin, la bierre, le cidre; 5°. on en retire également des substances organisées, soit qu'on les décompose par le feu ou la putréfaction. Leurs os, leurs coquilles en donnent aussi en les calcinant ou les dissolvant par les acides; 6°. il paroît que le fluide électrique en produit également. En tirant plusieurs étincelles dans l'air atmosphérique, il est constamment diminué, & on a cru appercevoir de l'air fixe dans le résidu. Nous allons maintenant exposer ses principales qualités.

1°. L'air acide est très-miscible avec l'eau; & elle l'absorbe avec avidité. Il reste cependant toujours une petite portion qui ne l'est pas. Cette quantité est sujette à beaucoup de variations suivant là pureté de cet air. J'ai pris de l'air acide très-pur, fait avec le marbre blanc & l'acide marin affoibli, & reçu dans un flacon plein de mercure & reposant sur le bain de mercure. J'ai pour lors porté le flacon dans un vase plein d'eau distillée, & l'ai laissé ainsi plusieurs jours. L'eau a monté peu à peu, &

au bout de quatre jours il n'est resté que $\frac{1}{16}$ de l'air. J'ai essayé cet air avec l'air nitreux. Il n'a éprouvé aucune diminution.

On a imaginé différens moyens pour imprégner une masse d'eau de la plus grande quantité possible d'air acide. Plusieurs Physiciens ont construit des appareils fort ingénieux pour cette opération. Mais celui de M. Nooth, perfectionné d'abord par M. Parker, & ensuite par M. Magellan, paroît jusqu'ici le plus commode. Il consiste principalement à introduire l'air acide dans l'eau, en le faisant passer par un bouchon de cristal percé d'un grand nombre de petits trous capillaires, ce qui le mêle très-intimement avec l'eau.

Cette eau ainsi aérée, approche plus ou moins des eaux minérales froides, dites acidules, telles que celles de Vals, de Pougues, de Pyrmont, &c.; elle n'en diffère que par les différentes substances salines que ces eaux minérales peuvent contenir. Mais ces eaux ne doivent leurs principales qualités qu'à l'air acide dont elles sont imprégnées. On peut ramasser dans des cloches cet air qui se dégage ordinairement à gros bouillons de ces eaux. Eprouvé ensuite, il se comporte absolument comme l'air fixe ou air acide.

2°. L'eau imprégnée d'air acide, dissout le

fer, le zinc, les terres calcaires, & un grand nombre d'autres substances. Il est assez singulier que la terre calcaire, déjà chargée d'air acide, & qui s'est précipitée, puisse se redissoudre dans une eau aérée. C'est cependant ce qui arrive journellement. De l'eau filtrant à travers des bancs de pierres calcaires, & arrivant dans des grottes, des cavités, des geodes, y dépose des stalactites ou stalagmites, des albâtres, des spaths, &c. ne formeroit-elle pas dans cette seconde dissolution, des sels avec excès d'acide? ou la première dissolution est-elle avec excès de terre calcaire? Ce phénomène s'observe relativement aux autres substances salines. Et ce qui le confirmeroit, c'est que cette dissolution de la terre calcaire par l'air acide, n'est accompagné d'aucune effervescence. Les spaths calcaires, les albâtres, les stalactites, &c. feront donc des sels terreux avec excès d'acide, ou au moins contenant beaucoup plus d'air acide que la pierre calcaire ordinaire. C'est ce que confirme l'expérience suivante.

J'ai mis dans un flacon 30 grains de spath calcaire bien transparent, sur lesquels j'ai versé deux mesures d'un acide nitreux bien affoibli, & j'ai reçu dans des cloches qui reposoient

fur le mercure, l'air qui s'eſt dégagé. J'en ai obtenu 11¼ pouces cubiques.

J'ai répété l'expérience en employant la pierre calcaire ordinaire, ayant eu ſoin de choiſir un morceau qui ne contînt que du calcaire. Les deux meſures du même acide nitreux, verſées ſur 30 grains de cette pierre, en ont dégagé 9¾ pouces cubiques d'air.

Il faut cependant convenir qu'on retire ſouvent la même quantité d'air acide des pierres calcaires en maſſe, que de celles qui ſont bien criſtalliſées. Les premières ne diffèrent donc de celles-ci que parce que la criſtalliſation s'eſt faite ici tranquillement, au lieu que dans les autres, elle a été précipitée & confuſe.

La diſſolution de la terre calcaire par l'air acide, s'obſerve ſur-tout dans l'eau de chaux. Si on y introduit de l'air acide, celui-ci eſt abſorbé très-promptement. L'eau ſe trouble & dépoſe avec le temps une vraie terre calcaire, qui n'eſt autre choſe que la chaux calcaire unie à l'air acide. Auſſi l'eau qui reſte n'eſt-elle plus que de l'eau pure. Le ſel qui réſulte de l'union de la chaux vive avec l'air acide, eſt à peu près inſoluble. Il ſe précipite & rend l'eau laiteuſe. C'eſt pourquoi l'eau de chaux eſt le moyen le plus sûr pour reconnoître la

présence de l'air acide. Elle se trouble aussi-tôt qu'on la met en contact avec cette espèce d'air.

3°. Cet acide a toutes les propriétés des acides. Il rougit les teintures bleues des végétaux. Mais étant le plus foible, il n'agit que sur les plus sensibles, telles que la teinture de tournesol, le suc de petites raves, &c. & même ces liqueurs exposées à l'air, l'acide se dissipe, & elles reprennent leur première couleur. Il attaque également comme nous venons de le voir, les terres & beaucoup de métaux. Mais il dissout les premières sans effervescence, au lieu qu'il dégage l'air inflammable de ces dernières.

4°. L'air acide ne peut entretenir la vie des animaux. Ils périssent dès qu'ils y sont exposés. Il paroît ôter l'irritabilité aux parties.

Il ne sauroit non plus favoriser la végétation jusqu'à un certain point. Plusieurs plantes paroissent y languir, comme nous le verrons ailleurs.

5°. Nulle combustion ne peut s'opérer dans l'air acide. Un charbon embrâsé, une bougie allumée, s'y éteignent aussi-tôt. Le soufre, le phosphore ne sauroient y brûler. Cependant on peut y calciner les métaux jusqu'à un certain point.

6°. Cet air, tel qu'on l'obtient par l'art, n'est

jamais pur. Il retient toujours quelques-uns des principes des corps d'où on le retire.

Il s'y trouve toujours une grande quantité d'eau. M. de Sauſſure en a mis en expérience avec ſon hygromètre, qui auſſi-tôt a annoncé beaucoup d'humidité. J'ai expoſé ſous une cloche pleine de cet air, & repoſant ſur le mercure de l'alkali du tartre bien deſſéché, qui a été humecté. Tous les corps dont on retire l'air acide contenant beaucoup d'eau, & cet air ayant une ſi grande affinité avec l'eau qu'il s'y diſſout preſque tout entier, il n'eſt pas ſurprenant qu'il en retienne toujours une certaine quantité.

Lorſqu'on s'eſt ſervi de quelque acide pour dégager celui-ci, on en retrouve une portion mêlée à cet air. J'ai verſé de l'acide vitriolique très-pur ſur du marbre blanc. J'ai fait paſſer l'air acide qui s'en eſt dégagé, dans de l'eau diſtillée, que j'en ai ſaturée. Cette eau a précipité la diſſolution de terre peſante par l'acide marin : ce qui indique la préſence de l'acide vitriolique.

J'ai dégagé du même marbre blanc l'air acide par le moyen de l'acide marin, & en ai ſaturé de l'eau diſtillée. Cette eau a précipité la diſſolution nitreuſe d'argent. Par conſéquent l'air acide avoit volatiliſé une portion d'acide marin.

Celui qu'on obtient des liqueurs fermentées, des matières putréfiées, &c. est encore plus impur, parce qu'il contient d'autres airs & des substances qu'il a enlevées de ces corps.

Mais toutes ces substances lui sont tout-à-fait étrangères; en l'en dépouillant autant qu'il est possible, il conserve constamment ses qualités, & sa nature n'en est nullement altérée.

7°. La chaleur spécifique de cet air a été estimée 0,27 de celle de l'eau.

Les Physiciens ne sont point d'accord sur la nature de l'air acide. M. Pristley l'a cru pendant long-tems une modification de l'acide nitreux. Ensuite il l'a regardé comme une substance élémentaire qui est mêlée avec l'air atmosphérique, & en est précipitée par différens procédés. « J'ai toujours considéré, dit-il, l'air » fixe comme une substance élémentaire, & » l'air de l'atmosphère comme une subs- » tance composée. Je suis porté à croire que » l'air fixe & le phlogistique pourroient faire » l'air commun ». Mais dans ses derniers Ouvrages, il paroît se rapprocher de l'opinion suivante.

MM. Senebier & Kirwan, voyant l'air pur changé en air acide par beaucoup de procédés dans lesquels ils croient qu'il y a dégagement de phlogistique, pensent que l'air acide

eſt produit par une combinaiſon du phlogiſtique & de l'air pur.

M. Lavoiſier a brûlé du charbon ſous une cloche pleine d'air pur & repoſant ſur le mercure, l'abſorption ordinaire étant faite & les vaiſſeaux refroidis, il a introduit ſous la cloche de l'alkali cauſtique, dans lequel il a lavé ſon air. Il a meſuré la diminution qui a été produite, puis ayant eſſayé l'air reſtant, il l'a trouvé auſſi pur qu'avant la combuſtion. D'où il conclut que l'air acide a été produit par la combinaiſon du charbon & de l'air pur. Ayant calculé la quantité de charbon brûlé & celle de l'air pur abſorbé, il eſtime que l'air acide qu'il appelle acide charbonneux ou carbonique, eſt compoſé de 0,28 de charbon & de 0,72 d'air pur.

Aucun de ces ſentimens ne me paroît fondé. Je penſe qu'il eſt plus probable que l'air acide eſt compoſé d'air pur & du principe quelconque qui ſe trouve dans la chaux vive & que j'ai appelé cauſticon ou matière de la chaleur combinée. Voici quelques-uns des faits qui me paroiſſent établir mon opinion.

1°. L'air acide eſt un véritable acide. Or, nous verrons que tous les acides contiennent ce cauſticon ou matière de la chaleur. Il doit donc ſe retrouver dans celui-ci comme dans les autres.

2°. Toutes les ſubſtances animales & végétales; telles que le bois, les huiles, les graiſſes, le charbon, &c. abſorbent l'air pur dans leur combuſtion & le changent en air acide. Car en les faiſant brûler ſous des cloches pleines d'air pur au-deſſus du mercure, le mercure remonte, & l'eau de chaux y étant introduite eſt précipitée. Mais tout l'air n'eſt pas changé en air acide, comme nous le prouverons ailleurs. Nous avons vu précédemment que preſque tous les métaux & tous les airs inflammables donnent dans leur combuſtion de l'air acide.

3°. Des animaux placés également ſous une cloche pleine d'air pur au-deſſus du mercure, l'abſorbent & le convertiſſent en air acide. Car l'eau de chaux qui y eſt introduite eſt précipitée.

Je crois que dans ces opérations le principe de la chaleur ou cauſticon ſe dégage de toutes ces ſubſtances. Il ſe combine avec l'air pur & le change en air acide. Mais les expériences ſuivantes me paroiſſent l'établir d'une manière encore plus concluante.

4°. Il ne paroît pas y avoir ordinairement une portion ſenſible d'air acide dans l'atmoſphère. Car j'ai répété ſouvent l'expérience de M. Fontana, qui conſiſte à faire paſſer des quantités très-conſidérables d'air atmoſphérique

à travers de la teinture de tournesol très-sensible, ainsi que de l'eau de chaux; ni l'une ni l'autre n'ont été altérées. Cependant ayant introduit dans un ballon de 100 pouces cubiques, un demi-pouce d'air acide sur le bain de mercure, & y ayant fait passer de l'eau de chaux, elle a été troublée. Nous pouvons donc conclure que l'air atmosphérique ne contient pas ordinairement une quantité sensible d'air acide.

Cependant l'eau de chaux exposée à l'air se couvre bientôt d'une pellicule, appelée crême de chaux, laquelle n'est autre chose que du spath calcaire régénéré, c'est-à-dire, de la terre calcaire unie à l'air acide, & on peut dégager cet air par les moyens ordinaires. Mais ce qu'il faut bien observer, c'est que l'eau n'est point troublée dans cette opération. L'air acide ne s'unit qu'avec la portion qui est en contact avec l'air. C'est ce qui n'arrive pas lorsque l'eau de chaux se trouve exposée à de l'air acide. Elle est aussi-tôt précipitée. Qu'est-ce qui se passe donc dans cette circonstance?

Je pense que cet air acide est un produit nouveau. Il me paroît formé par le principe quelconque qui est dans la chaux, lequel principe on appellera comme l'on voudra charbon, phlogistique, &c. mais je l'ai désigné par le nom de causticon, parce que ses qualités me

paroissent différentes de celles du phlogistique & du charbon.

5°. Cet effet est encore bien plus sensible avec les chaux métalliques, qui, je crois, contiennent le même principe que la chaux vive. J'ai mis dans une cornue de verre contenant 30 pouces 10 onces d'une dissolution de vitriol de fer; & l'ai précipité par l'eau de chaux dont j'ai fini de remplir la cornue. Le précipité étoit d'un verd foncé & a gagné le fond de la cornue. Pour lors j'ai plongé le col de la cornue dans le bain de mercure & y ai fait passer 12 pouces d'un air pur, dont une mesure & trois d'air nitreux, donnoient 0,20. Dans 19 jours, les 12 pouces d'air ont été réduits à $9\frac{1}{4}$, & le précipité de fer est devenu ocreux.

J'ai pour lors chauffé légèrement la cornue, seulement de 60 à 70 degrés, car la chaleur n'alloit pas jusqu'à l'ébullition; il a passé un pouce de l'air de la cornue que j'ai reçu dans une petite cloche pleine d'eau de chaux & qui reposoit sur le mercure. L'eau de chaux a été troublée par cet air.

J'ai bien agité cet air dans l'eau de chaux, & je l'ai essayé de nouveau avec l'air nitreux. Une mesure de cet air & trois d'air nitreux, ont donné 0,35. Ainsi il avoit été un peu altéré.

En continuant la distillation, j'ai retiré tout

l'air qui a constamment précipité l'eau de chaux. L'eau est pour lors entré en ébullition, & s'est évaporé. Il n'est resté que le précipité ocreux, qui a encore donné de l'air acide, est devenu d'un brun violet & attirable à l'aimant.

J'ai répété la même expérience en substituant à la chaux le natron caustique, elle a eu le même succès. La dissolution martiale a été précipitée en verd foncé. Douze pouces d'air pur y ayant été introduits, ont été absorbés en partie. Au bout de 22 jours ils étoient réduits à $8\frac{1}{2}$; le précipité est également devenu ocreux. La portion restante de cet air, retirée par une douce chaleur, a précipité l'eau de chaux. La distillation continuée, & l'eau évaporée, il s'est dégagé du précipité de l'air, qui a toujours précipité l'eau de chaux. Enfin, ce précipité est devenu noirâtre & attirable à l'aimant.

Dans ces expériences dont nous donnerons ailleurs un plus grand détail, l'air pur a été changé en air acide. Or, dans les systêmes adoptés, on n'admet ni charbon ni phlogistique dans les chaux métalliques. Il faut donc qu'il y ait un autre principe qui ait changé cet air pur en air acide.

D'ailleurs, tous les autres faits confirment ceux-ci. Les animaux, en respirant l'air pur, le changent en air acide. Or, on ne sauroit dire

dire qu'il y a du charbon dans la poitrine des animaux. Ce charbon, contenu dans le sang, seroit obligé de traverser le tissu des bronches pour venir s'unir à l'air pur dans les ramifications de la trachée-artère. Or, du charbon ne pourroit passer à travers le tissu des bronches. Mais l'expérience suivante démontre évidemment que cette opinion n'est pas fondée.

J'ai éteint dans le bain de mercure un charbon bien embrâsé, & l'ai fait passer encore très-chaud, au moins à 50 degrés, & par conséquent beaucoup plus que ne l'est le sang, dans une cloche pleine d'air pur. Il en a absorbé environ neuf fois son volume. Je l'ai ensuite introduit sous une autre cloche, remplie d'eau de chaux. Il s'est dégagé une portion d'air qui n'a nullement précipité l'eau de chaux.

La même expérience répétée avec l'air atmosphérique, présente des résultats semblables.

Cette expérience, que nous pouvons regarder comme *experimentum crucis*, prouve évidemment que le charbon ne change point l'air pur en air acide, que *lorsqu'il est à l'état d'incandescence.* Or quand même on supposeroit du charbon dans la poitrine des animaux, il ne pourroit y être à l'état d'incandescence. Ce ne peut donc être ce charbon qui dans la respiration change l'air pur en air acide.

La même expérience prouve auſſi que l'air acide n'eſt point compoſé d'air pur & du principe inflammable. Car ceux qui ſoutiennent cette opinion reconnoiſſent du principe inflammable dans ce charbon ainſi éteint dans le mercure ; & cependant il ne convertit point l'air pur en air acide. Une multitude d'autres expériences établiſſent la même vérité.

J'ai tenu deux mois une portion d'air pur & deux d'air inflammable ſur le mercure, puis en ai introduit dans l'eau de chaux, qui n'en n'a pas été précipitée.

L'air pur expoſé long-tems ſur l'huile de térébenthine, eſt abſorbé. Le reſtant introduit dans l'eau de chaux, ne la précipite point.

Enfin la chaux qui a la propriété de convertir l'air pur en air acide, ne contient point de principe inflammable. Car ſi elle en contenoit, elle pourroit dans ce ſyſtême révivifier les chaux métalliques. Or elle ne le peut pas. Car les chaux métalliques traitées avec la chaux vive ne ſont point réduites.

La chaux vive produit ſur ces chaux les plus aiſées à révivifier, le même effet que la lumière & la chaleur. La diſſolution nitreuſe d'argent eſt précipitée en gris cendré par l'eau de chaux, & la chaux blanche d'argent expoſée à la lumière, prend la même couleur cendrée.

Mais, dit-on, presque toutes les différentes espèces d'air inflammable, brûlées avec l'air pur, donnent de l'air acide. La plupart des métaux étant calcinés dans l'air pur, en changent une partie en air acide. Donc cet air acide est produit par la combinaison de leur principe inflammable ou de leur charbon avec une portion d'air pur.

Il me paroît y avoir ici une grande différence. Cet air acide n'est produit que parce que la chaleur est portée à l'incandescence, à la calcination; au lieu que dans les expériences que nous avons rapportées précédemment de la conversion de l'air pur en air acide par la chaux calcaire, par les chaux métalliques, par la respiration, loin d'y avoir incandescence, la chaleur est très-foible, & cependant l'air pur est changé en air acide. Tandis que ce même air pur, absorbé par le charbon, l'huile de térébenthine, mêlé avec l'air inflammable, &c. n'est point converti en air acide, s'il y a peu de chaleur.

A la vérité, le fer, l'acier, le cuivre, &c. absorbent l'air pur, lorsqu'ils sont humectés, & le changent en air acide, à la température ordinaire de l'atmosphère; mais ils ne produisent cet effet qu'autant qu'ils passent à l'état de chaux, comme nous le verrons ailleurs.

Il faut donc absolument reconnoître un autre principe que le charbon, ou le principe inflammable, pour convertir l'air pur en air acide. Or ce principe ne me paroît être que celui qui se trouve dans les chaux métalliques, dans la chaux vive & dans les alkalis caustiques. Le même principe subsiste aussi chez les animaux qui ont beaucoup de chaleur.

On objectera peut-être que de l'air pur, exposé dans des vaisseaux à l'action d'un feu vif & continué long-tems, n'est point changé en air acide. J'en conviens. Mais ici c'est la chaleur libre qui agit sur lui, & cette chaleur ne peut se combiner avec cet air. Elle le tient seulement à l'état aériforme : au lieu que c'est le causticon qui en se combinant avec l'air pur forme l'air acide. Mais cette combinaison, comme toutes les autres, exige une base où elle puisse s'opérer.

Cependant l'expérience suivante paroît d'abord difficile à concilier avec mon opinion. J'ai rempli d'eau de chaux deux flacons de 75 pouces chacun, & ai introduit dans l'un 40 pouces cubiques d'air pur; & dans l'autre 40 pouces d'air atmosphérique. Les flacons bien bouchés, je les ai tenus renversés dans la même eau de chaux pendant plusieurs jours. Il ne s'est pas formé une quantité sensible de

crême de chaux dans le flacon où étoit l'air pur. Il y en a eu une légère couche dans celui où étoit l'air atmosphérique. Mais ayant agité le flacon pour la faire précipiter, il ne s'en est pas formé de nouvelle.

Il paroîtroit donc 1°. que l'air pur étant exposé sur l'eau de chaux, il n'y en a pas une quantité sensible converti en air acide.

2°. Que quoique l'air atmosphérique ne trouble ni l'eau de chaux, ni n'altère les sucs bleux végétaux les plus sensibles, il contient cependant une très-petite portion d'une espèce d'air qui n'est pas encore air acide, mais qui le devient facilement lorsqu'il est exposé avec la chaux.

Quelle est donc cette espèce d'air? ce ne peut toujours être primitivement que de l'air pur, puisque nous avons vu celui-ci être changé en air acide dans un grand nombre d'opérations, & sur-tout en séjournant sur les chaux métalliques. La chaux calcaire tient davantage à son principe de causticité, & ne le communique point à l'air pur dans son état de pureté, comme le font les chaux métalliques.

Mais nous avons vu qu'il se verse sans cesse une certaine quantité d'air acide dans l'atmosphère; que cet air acide s'y décompose en partie, puisqu'on ne peut plus l'y retrouver par

les réactifs les plus sensibles. Cette décomposition ne se fait que lentement par le dégagement du principe qui uni à l'air pur le change en air acide. Cet air en partie décomposé ne jouit plus d'aucune de ses qualités d'air acide, mais il retient encore une certaine portion du principe avec lequel il étoit combiné. Pour lors il en peut prendre une autre portion à la chaux, & cette seconde portion suffira pour rendre à l'air acide toutes ces premières qualités, au lieu que l'air pur ne peut enlever à la chaux une quantité suffisante de ce principe pour passer à l'état d'air acide. Ainsi, l'air acide qui se trouve dans la crême de chaux, est un produit nouveau.

La voie analytique ne me paroît pas moins favorable à mon sentiment. On peut décomposer l'air acide, & le faire passer à l'état d'autres espèces d'air, sans cependant en pouvoir dégager ni charbon, ni principe inflammable.

La nature décompose l'air acide dans un grand nombre d'opérations. Il y a une production continuelle d'air acide dans un appartement où se trouvent plusieurs personnes, qui est éclairé par un grand nombre de bougies, &c. Cependant de l'eau de chaux que j'y ai exposée n'est point précipitée. Elle ne

l'est même pas en l'agitant avec cet air. Il faut donc qu'il ait été dénaturé.

M. l'abbé Fontana a confirmé ceci par l'expérience suivante. Il a répandu plus de 20000 pouces cubiques d'air acide dans un petit appartement bien fermé. Au bout de quelques heures, il a essayé l'air de l'appartement & n'y a plus trouvé d'air acide.

De l'eau distillée & bien bouillie exposée à l'air, en attire une certaine quantité, comme nous le verrons. Cependant cette eau versée dans l'eau de chaux ne la précipite point, ce qui prouve qu'elle ne contient point d'air acide. Cependant s'il y en avoit dans l'air atmosphérique, elle l'auroit attirée. Il faut donc que celui qui y est versé continuellement soit décomposé.

M. Priestley ayant tiré beaucoup d'étincelles électriques dans une masse d'air acide, en a rendu une partie immiscible à l'eau, quoiqu'il éteignît toujours la lumière, c'est-à-dire, qu'il avoit été changé en air pur, ou en air impur & phlogistiqué. M. Van-Marum ayant répété cette expérience, a également observé qu'une partie de cet air n'étoit plus absorbée par l'eau.

J'ai exposé 4 pouces d'air acide sur de la limaille de fer un peu humectée, le vaisseau reposant sur le mercure. L'air a été diminué d'un quart en 20 jours. J'en ai fait passer une

portion dans l'eau de chaux qui a été un peu précipitée. Néanmoins la majeure partie n'a pu être absorbée ; car une mesure n'a été diminuée que de 0,05. C'est que l'air acide a attaqué le fer, d'où il s'est dégagé une partie d'air inflammable. Aussi en ayant mis une petite portion dans une cloche, je l'ai enflammé en approchant une bougie allumée. J'en ai fait détoner deux mesures, bien lavées dans l'eau de chaux, & une d'air pur ; le résidu a été 1,35. Enfin, j'en ai mêlé une mesure & une d'air nitreux, le résidu a été 1,80. Cet air acide avoit donc été altéré, & ramené en partie à l'état d'air pur.

J'ai également exposé de l'air acide sur l'huile de térébenthine. Il en a été absorbé 0,30 en 15 jours. J'ai fait passer le résidu à travers l'eau de chaux, qui a été troublée. Mais il est resté la majeure partie qui n'a pas été absorbée ; elle éteignoit la bougie. Ainsi l'air acide avoit donc encore été ici changé partie en air impur, partie en air pur ; car une mesure & une d'air nitreux ont donné 1,90.

J'ai mêlé sur le mercure, deux pouces cubiques d'air acide, avec pareille quantité d'air hépatique ou inflammable sulfureux. Les ayant fait passer dans l'eau, au bout d'un mois, il y en a eu 0,25 qui n'a pas été absorbé.

Le charbon décompose aussi en partie l'air acide. J'ai fait passer sous une cloche contenant 8 pouces d'air acide, un charbon d'un pouce cubique éteint dans le bain de mercure, Il a tout absorbé l'air. Je l'ai ensuite introduit sous une autre cloche remplie d'eau de chaux. Il s'en est dégagé beaucoup d'air qui a précipité l'eau de chaux. Mais il y en a eu environ un pouce qui n'a pas été absorbé. Cet air, essayé avec l'air nitreux a souffert une diminution. Car une mesure & une d'air nitreux, ont donné pour résidu 1,75, 1,80.

Ces expériences nous prouvent la décomposition de l'air acide, & qu'il peut passer soit à l'état d'air pur, soit à l'état d'air impur ou phlogistiqué. Mais il n'est altéré par l'air inflammable qu'au moment que celui-ci se dégage. Car lorsqu'il est dégagé, il n'agit plus de la même manière sur l'air acide. J'ai mêlé parties égales d'air acide & d'air inflammable que j'ai tenu sur le mercure. Ils ne m'ont point paru altérés. L'eau de chaux y ayant été introduite en a été également précipitée, & le résidu étoit très-inflammable. Cependant essayé à l'eudiomètre, il a donné un résidu plus considérable.

L'air acide mêlé avec l'air pur sur le mercure, n'en éprouve également aucune altération sensible.

Cet air agité dans l'eau, s'y diffout pour la plus grande partie. Cependant il en refte une portion, que nous avons vu être le $\frac{1}{64}$ de la maffe, qui ne peut s'abforber. C'eft de l'air impur. Il paroît, par l'expérience fuivante, que cette portion vient de la décompofition de l'air acide.

M. Prieftley a imprégné d'air acide une certaine quantité d'eau diftillée, qu'il avoit dépouillée par l'ébullition de tout l'air qu'elle pouvoit contenir. Il a enfuite dégagé cet air en faifant bouillir cette eau de nouveau avec l'appareil pneumato-chimique. Il a agité une feconde fois cet air avec de l'eau diftillée, & qui avoit bouilli long-tems. Il en eft demeuré une portion qui n'a pas été abforbée. Ayant répété cette expérience une troifième & quatrième fois, il y a eu à chaque fois une portion qui n'a pas été abforbée. C'étoit de l'air acide décompofé. J'ai voulu m'affurer de quelle nature étoit cet air.

J'ai pris 4 pouces d'air acide que j'ai fait abforber par 24 pouces d'eau diftillée & bien bouillie. J'ai enfuite retiré cet air par l'ébullition, & l'ai fait abforber une feconde, troifième & quatrième fois. A la fin, il m'eft demeuré 0,89 d'un pouce d'air qui n'a pas été abforbé. Une mefure de cet air & une d'air

nitreux, m'ont donné 1,62. Il contenoit donc une portion d'air pur, & le reste étoit de l'air impur.

Le spath calcaire, le marbre blanc, &c. ne contiennent que de l'air acide, car en les dissolvant dans les acides, on n'en retire que de l'air acide, qui est presque tout absorbé par l'eau. Cependant si on met ces substances dans une cornue, & qu'on les expose à un grand feu, on en retire un air, dont une partie n'est plus absorbée par l'eau.

L'air acide est encore décomposé, & passe à l'état d'air pur, en l'agitant dans les acides nitreux & marin, dans une dissolution de manganèse par l'acide du citron, & passant dans du nitre en fusion, &c. Mais on pourroit dire qu'il se dégage, dans quelques-unes de ces opérations, de l'air qui se mêle avec l'air acide.

Il paroît donc par toutes ces expériences, qu'on peut dénaturer l'air acide sans qu'il se dégage du charbon, ni du phlogistique. Une partie même est changée en air pur, puisqu'elle est absorbée par l'air nitreux; & l'autre portion peut également être ramenée à l'état d'air pur, car nous verrons que l'air impur se change en air pur.

L'analyse prouve donc que l'air acide peut

être changé en air pur. La sinthèse nous a fait voir la même chose; savoir, que l'air pur par différens procédés, passe à l'état d'air acide. Ainsi il ne peut demeurer aucun doute que l'air pur ne soit un des principes de l'air acide, qui par conséquent ne sauroit être une substance élémentaire.

Pour soutenir cette opinion, on étoit obligé de dire que dans toutes les expériences où on obtient de l'air acide, soit par la combustion des corps, soit par la respiration des animaux, soit de toute autre manière, cet air n'étoit point produit, mais seulement précipité des autres airs. Mais c'est une prétention qui n'est pas fondée. Si on mêle la plus petite partie d'air acide avec l'air pur, ou quelqu'autre air, & qu'on agite ce mêlange dans l'eau de chaux, celle-ci est aussi-tôt précipitée. Si l'air acide existoit donc dans ces airs, par exemple, dans l'air pur ou l'air atmosphérique avant les procédés par lesquels on en obtient, on l'en dégageroit par l'eau de chaux. On ne peut donc s'empêcher de reconnoître que cet air acide est un produit nouveau. Aussi en convient-on maintenant.

Mais est-ce le principe inflammable ou le phlogistique, qui, combiné avec l'air pur, forme l'air acide? C'est ce que je ne pense pas. Nous

avons vu l'air pur abſorbé par le charbon, & n'être pas converti en air acide. Nous verrons également un grand nombre d'opérations dans leſquelles l'air pur eſt abſorbé par des corps qui contiennent ce qu'on appelle le phlogiſtique, ſans être changé en air acide. Enfin dans mon ſentiment, le principe inflammable n'eſt que l'air inflammable, qui ne change point l'air pur en air acide.

Quant à l'opinion qui regarde l'air acide comme une combinaiſon de l'air pur avec le charbon, on ſent combien elle eſt hypothétique. Certainement on ne peut ſoutenir que les animaux ont du charbon dans le ſang, & que ce charbon traverſe le tiſſu des bronches, pour venir s'unir dans la trachée-artère avec l'air pur qu'ils reſpirent. Enfin quand même on admettroit ces ſuppoſitions, nous avons prouvé que l'air pur abſorbé par le charbon, n'eſt point changé en air acide. Il faut qu'il y ait *combuſtion*. On ne ſauroit non plus admettre du charbon dans les chaux calcaire & métallique, dans les alkalis cauſtiques, dans les fermentations & dans toutes les autres opérations de la nature où il y a de l'air acide produit.

Ce ne peut donc être que le principe dont nous avons parlé, & qui exiſte dans les chaux calcaires & métalliques, dans les alkalis cauſ-

tiques, dans le ſang, &c. qui en ſe combinant avec l'air pur, le change en air acide. Je l'ai appelé cauſticon ou matière de la chaleur combinée. On lui donnera, ſi l'on veut, le nom de phlogiſtique ou de charbon; mais en convenant qu'il eſt abſolument différent de ce qu'on appelle communément phlogiſtique & charbon, & que leurs qualités n'ont aucun rapport.

Cependant tous ces ſentimens ne me paroiſſent pas auſſi éloignés qu'on le croiroit au premier moment. Le charbon dont on parle eſt tout différent du charbon ordinaire. On convient auſſi que ce n'eſt pas l'air inflammable dans ſon état naturel, qui change l'air pur en air acide. Enfin, mon principe de la chaleur ſans être le principe inflammable ou l'air inflammable, en rapproche. Ainſi on voit que nous différons peut-être plus dans l'expreſſion que dans la réalité.

L'air pur, comme nous l'avons vu, poſsède une très-grande quantité de chaleur ſpécifique. Mais cette chaleur n'eſt pas combinée avec lui. C'eſt pourquoi il jouit de toutes les propriétés qui lui ſont particulières. L'air acide, au contraire, n'a qu'une très-petite quantité de chaleur ſpécifique, puiſqu'elle n'eſt que 0,27, tandis que celle de l'air pur eſt 87. Mais il contient une très-grande quantité de chaleur combinée:

Nous en verrons un ſi grand nombre de preuves, qu'il ne pourra plus demeurer aucun doute à cet égard.

C'eſt ce cauſticon ou matière de la chaleur combinée ſi abondante dans l'air acide, qui lui donne des qualités ſi oppoſées à celles de l'air pur. Elle eſt le principe de ſon acidité; & par conſéquent de l'action qu'il exerce ſur les terres calcaires, les métaux, &c. C'eſt encore cette acidité qui le rend ſi dangereux pour les animaux, qui ne peuvent le reſpirer un inſtant ſans périr. Toutes les vapeurs acides produiſent ſur eux le même effet. Enfin, il paroît auſſi que c'eſt cette même matière qui empêche que cet air ne puiſſe entretenir la combuſtion. Car nous verrons que les corps embrâſés s'éteignent dans tous les airs acides, tels que l'air acide vitrioſique ou acide ſulfureux aériforme, dans l'air acide marin, l'air acide ſpathique, &c.

Cet air eſt plus peſant que l'air pur. Un pied cube pèſe environ 1080 grains. J'avois cru que ce poids conſidérable provenoit principalement de la grande quantité d'eau que doit contenir cet air, avec laquelle il a une ſi forte affinité. Mais, comme le remarque M. Reynier, ce n'eſt pas l'unique cauſe. Cet air eſt dans un état de combinaiſon. Par conſéquent ſes molécules doivent être plus rapprochées;

& il doit y en avoir un plus grand nombre sous le même volume.

Le nom d'air fixé, *fixed air*, que M. Black a d'abord donné à cet air, convenoit assez dans ce moment, qu'on ne connoissoit encore que cette espèce d'air fixé ou combiné dans les corps. Mais depuis qu'on a reconnu qu'il y en avoit un grand nombre d'autres espèces également fixés, ce nom est devenu impropre. On a encore eu bien plus de tort de le traduire en françois par le mot *fixe*, puisqu'au contraire il est très-volatil.

On a voulu substituer beaucoup d'autres termes à celui-là. Bucquet l'a appelé *acide crayeux*. Ce qui feroit croire qu'il n'appartient qu'à la craie. C'est pourquoi on a abandonné cette dénomination. M. Sage lui a donné le nom d'*acide méphitique*. Mais tous les acides aériformes sont méphitiques. Bergman l'a appelé *acide aérien*, ou acide de l'air; & néanmoins il ne paroît pas que cet acide se trouve ordinairement dans l'atmosphère. Enfin, on a voulu lui donner le nom de *gaz* comme à tous les autres airs. Mais j'ai fait voir que c'étoit sans fondement. Les Savans qui le regardent comme composé de charbon & d'air pur, l'ont appelé *acide charboneux* ou carbonique, ou gaz carbonique. Mais cette dénomination ne peut

subsister,

ſubſiſter, s'il eſt prouvé qu'il n'eſt point le produit de la combinaiſon du charbon & de l'air pur.

Je crois que le mot *air acide*, lui convient beaucoup mieux. Son acidité eſt bien reconnue & bien prouvée par tous les faits que nous avons expoſés, & il eſt le ſeul air qui ſoit acide. M. Prieſtley avoit donné ce nom à l'acide marin en état aériforme. Mais nous verrons que cet air, ainſi que l'air acide vitriolique, l'air acide ſpathique, &c. ne ſont pas des airs proprement dits. Ce ne ſont que des acides réduits en vapeurs, & qui ſe condenſent dès qu'ils touchent l'eau.

Il n'y a donc que la ſubſtance qu'on a appelée air fixé ou air fixe, *fixed air*, qui mérite vraiment le nom d'air acide, parce qu'elle a la propriété des acides, & qu'elle eſt un véritable air. On peut la ramener à l'état d'air pur, & faire paſſer l'air pur à l'état d'air acide.



DE L'AIR IMPUR
(ou *Phlogistiqué*).

ON favoit depuis long-tems que l'air dans lequel on avoit tenu des corps en combustion étoit vicié, & que la combustion y cessoit; qu'un animal périssoit s'il demeuroit trop long-tems dans une quantité d'air qui ne se renouveloit pas. Hales avoit sur-tout fait beaucoup d'expériences à cet égard. Mais de son tems l'art des expériences n'étoit pas encore assez avancé pour qu'on pût faire l'analyse de cet air.

M. Priestley y procéda par sa méthode ordinaire, il fit passer cet air sous des cloches & l'examina par les réactifs. Il reconnut qu'une partie étoit de l'air acide qui précipitoit l'eau de chaux, mais qu'il en restoit une beaucoup plus grande quantité qui différoit & de l'air inflammable & de l'air commun. Il prouva:

Qu'une bougie s'éteignoit bientôt sous une cloche dont l'air n'étoit point renouvelé. En plaçant la cloche sur l'eau ou sur le mercure, il sort dans les premiers momens une portion d'air chassée par la raréfaction que produit la chaleur. Mais bientôt l'eau ou le mercure re-

montent dans la cloche, & lorſque les vaiſſeaux ſont refroidis, on voit qu'il y a eu une diminution conſidérable, même en tenant compte de l'air que la chaleur a fait ſortir dans les premiers momens.

Un animal mis ſous une cloche placée ſur le mercure ou ſur l'eau, périt au bout d'un certain tems, & l'eau ou le mercure remontent. Ce qui indique une abſorption.

Dans ces deux expériences, ſi la cloche eſt placée ſur l'eau, l'air remonte davantage que lorſqu'elle l'eſt ſur le mercure. C'eſt que cet air contient, comme nous l'avons vu, une portion d'air acide qui eſt abſorbée par l'eau, & ne l'eſt point par le mercure. L'air acide diſſous dans l'eau, il reſte un autre air qui eſt celui dont nous parlons, l'air phlogiſtiqué ou l'air impur.

Cet air impur provenu ſoit de la combuſtion des corps, ſoit de la reſpiration des animaux, dans l'air atmoſphérique, étant bien dépouillé de la portion d'air acide avec laquelle il ſe trouve toujours, ne précipite plus l'eau de chaux, n'agit pas ſur le ſuc de tourneſol, ne peut entretenir la combuſtion des corps ni la vie des animaux.

Les plantes néanmoins vivent très-bien dans cet air. Elles l'abſorbent, l'améliorent, & le

rendent sous forme d'air pur. Il paroit même que c'est l'air qui leur convient le mieux.

L'air impur est absorbé par l'eau, mais beaucoup moins que les autres airs. J'en ai fait passer 12 pouces sous une cloche de 60 pouces & pleine d'eau. Il n'a été diminué que d'un pouce ¾ au bout de 66 jours.

J'en ai tenu 6 pouces pendant trois mois dans un flacon de 50 pouces plein d'eau bien bouché & renversé dans l'eau. Le flacon n'a point été agité. Ouvert tous les mois, il y a eu une petite absorption. Au bout de trois mois, les 6 pouces ont été réduits à 5 pouces 0,10 d'un pouce.

Ces qualités de l'air impur ne nous le font guère connoître. M. Priestley l'a appelé phlogistiqué, parce qu'il pensoit qu'il contenoit une grande quantité de phlogistique ; tous les Physiciens lui avoient conservé ce nom. Mais, comme nous l'avons dit, ce mot phlogistique est devenu trop équivoque aujourd'hui. D'ailleurs nous avons déjà vu que plusieurs Chimistes regardent l'air acide comme une combinaison de l'air pur avec le phlogistique. M. Priestley lui-même est aujourd'hui de ce nombre. Enfin s'il étoit un air qui méritât ce nom, ce seroit plutôt l'air inflammable.

Toutes ces raisons m'ont engagé à changer

le nom d'air phlogistiqué. Le mot moffette, que M. Leonhardy lui avoit donné, me paroît aussi impropre, parce que c'est un nom générique qui convient à toutes les espèces d'air non respirables. Le terme *azote* convient encore moins, comme je l'ai fait voir ailleurs. J'ai donc préféré de lui donner le nom d'air impur par opposition à celui d'air pur.

Les principales propriétés de l'air sont d'entretenir la vie des animaux & la combustion des corps. Or l'air appelé phlogistiqué ne peut remplir aucune de ces deux fonctions essentielles. Cependant il est un véritable air qu'on peut faire passer à la qualité d'air pur; de même qu'on peut donner à l'air pur les qualités de celui-ci. L'air phlogistiqué sera donc un air impur.

On pourroit dire que les autres airs, excepté l'air pur, ne sauroient servir à la respiration ni à la combustion, & qu'ils sont aussi impurs que l'air phlogistiqué. Cela est vrai; mais chacun de ces airs a des qualités particulières qui le distinguent. L'air inflammable prend feu, l'air acide a toutes les propriétés des acides, l'air nitreux absorbe l'air pur, au lieu que celui dont nous parlons ne se fait reconnoître que parce qu'il est impur.

Les Physiciens ne sont pas plus d'accord sur

la nature de cet air que sur celle de tous les autres. Les uns le regardent comme un être simple, élémentaire, non décomposé. Les autres pensent qu'il est une combinaison de l'air pur & du phlogistique.

Je crois que l'air impur ou phlogistiqué, est une combinaison de l'air pur & de l'air inflammable, soit que celui-ci jouisse de son état aériforme, soit qu'il n'en jouisse pas. C'est ce qu'un grand nombre de faits dont nous avons déjà vu une partie, me paroît mettre hors de doute.

Une partie d'air pur & deux d'air inflammable, renfermées sur le mercure dans un flacon, sont viciées au bout d'un certain tems de manière que trois mesures détonnées dans l'eudiomètre de Volta laissent un résidu de 0,60, 0,80, 1,00, &c., tandis qu'avant le mélange, les mêmes trois mesures ne laissoient que 0,15, 0,20.

L'huile de térébenthine absorbe aussi l'air pur, & la partie qui reste est changée en air impur. Or cette huile exhale sans cesse un air inflammable qui a vicié cet air.

J'ai mis une once de limaille d'acier bien pure dans une cornue de 25 pouces, je l'ai remplie d'eau, & y ai ensuite fait passer de l'air pur, au point que toute l'eau étoit sortie de la

cornue. Une mesure de cet air & trois d'air nitreux, donnoient un résidu 0,14. J'ai plongé le bec de la cornue dans l'eau. Peu à peu l'air s'est absorbé. La limaille s'est un peu rouillée. Enfin, au bout de 37 jours, les 25 pouces ont été réduits à $21\frac{1}{2}$. J'ai pour lors essayé cet air. Les corps y brûloient un peu mieux que dans l'air ordinaire.

J'ai mêlé une mesure de cet air avec trois mesures d'air nitreux. Le résidu a été 1,05, 1,01, dans différentes expériences; car je l'ai répété plusieurs fois. L'air avoit donc été altéré.

J'ai aussi fait passer de cet air dans une petite cloche pleine d'eau de chaux, le tout sur le mercure. L'eau n'a point été troublée, ce qui annonce qu'il n'y avoit point d'air acide.

J'ai essayé d'enflammer cet air, & je n'ai pas pu.

Cet air avoit donc été singulièrement détérioré par le mélange du fer. Or nous savons que le fer humecté d'eau donne de l'air inflammable. Cet air inflammable se dégage lentement, se décompose & vicie l'air pur. C'est pourquoi cet air ne s'est point enflammé & qu'il s'est trouvé altéré.

De l'air pur exposé sur un mélange de limaille d'acier & de fleurs de soufre, présente les mêmes résultats.

Un charbon incandescent, & éteint dans le bain de mercure, puis introduit dans une cloche pleine d'air pur en absorbe huit à dix fois son volume. Plongeant pour lors une soucoupe sous la cloche, je la porte dans la cuvette à eau, & je fais passer le charbon sous une cloche pleine d'eau. Il se dégage une certaine quantité d'air.

Cet air que nous avons vu ne point contenir d'air acide est cependant très-altéré. Car une mesure & trois de bon air nitreux, ont donné dans différens essais 2,50, 2,60, 3,00. Cet air pur a donc été altéré par le principe inflammable du charbon ou son air inflammable qui n'est point à l'état aériforme.

Ces faits, qui sont constans, démontrent que l'air pur est toujours changé en air phlogistiqué ou impur, toutes les fois qu'il se trouve en contact avec l'air inflammable, ou avec des matières qui en exhalent ou qui en contiennent. Cette vérité sera prouvée par un grand nombre d'autres expériences dans la suite de cet Ouvrage; & ce qui doit être bien observé, c'est que l'air inflammable, lorsqu'il est en nature, ne produit, par ses combinaisons avec l'air pur, que de l'air impur & point d'air acide.

L'analyse nous fera encore retrouver l'air pur dans l'air phlogistiqué ou air impur. Car

en décompoſant cet air, on le ramène juſqu'à un certain point à l'état d'air pur.

M. Prieſtley s'apperçut dès les premiers inſtans, qu'en agitant dans l'eau cette eſpèce d'air, il changeoit de nature. Il devenoit à peu près auſſi bon que l'air commun; les animaux pouvoient le reſpirer & les corps y brûloient. Mais pluſieurs Phyſiciens voulant dans ce moment regarder l'air impur comme une ſubſtance ſimple & non décompoſée, j'ai répété avec beaucoup de ſoin les expériences ſuivantes.

J'ai mis pluſieurs charbons embrâſés ſur des ſupports de brique, & les ai recouverts d'une cloche de 100 pouces pleine d'air atmoſphérique & repoſant ſur l'eau. Les charbons ſe ſont bientôt éteints, & il y a eu une grande abſorption d'air, qui quelquefois va juſqu'à moitié de celui qui eſt contenu dans la cloche, parce qu'indépendamment de la portion d'air pur abſorbée par la combuſtion, le charbon lui-même en abſorbe encore beaucoup. J'ai fait paſſer cet air dans l'eau de chaux pour le dépouiller de la portion d'air acide qu'il contient.

J'ai introduit une portion de cet air dans une petite cloche, & y ai plongé un corps embrâſé qui s'eſt éteint auſſi-tôt.

J'en ai pris deux mesures que j'ai mêlées avec les précautions ordinaires avec deux mesures d'air nitreux. Les quatre mesures ont été réduites à 3,96; ce qui annonce que cet air ne contenoit qu'une très-petite portion d'air pur.

J'ai introduit huit mesures de cet air dans un flacon de 75 pouces plein d'eau, j'ai bouché le flacon avec son bouchon usé à l'émeril, & l'ai laissé toujours renversé dans l'eau, en l'agitant pendant plus de demi-heure. Le flacon reposé dans l'eau & étant revenu à sa première température, je l'ai ouvert sous l'eau qui y a remonté. Les huit mesures ont été réduites à 6,90. J'ai mêlé deux mesures de cet air & deux d'air nitreux. Le résidu a été 2,60, 2,62. L'air avoit donc été singulièrement amélioré.

Mais pour porter encore plus de précision dans cette expérience & ne rien laisser à désirer, j'ai pris six mesures d'air atmosphérique, que j'ai mêlées avec six mesures d'air nitreux. Le résidu a été 6,05. Je l'ai introduit comme dans l'expérience précédente, dans un flacon de 75 pouces, fermé avec son bouchon, & renversé dans l'eau. Il a été agité plusieurs heures. Le flacon ouvert sous l'eau, elle y a remonté, & les 6,05 parties de mesure ont été réduites à 5,25. Une mesure de cet air & une d'air nitreux, ont donné 1,22. Un corps

allumé plongé dans une autre portion de cet air, ne s'est pas éteint.

L'air impur que j'avois gardé pendant trois mois dans un flacon bien bouché, & qui n'avoit pas été agité, étoit néanmoins amélioré. Car deux mesures & une d'air nitreux, ont donné 3,70; & auparavant d'avoir ainsi séjourné sur l'eau, les 4 mesures avoient laissé pour résidu 3,95.

Ces expériences, que nous verrons confirmées par un grand nombre d'autres, prouvent donc que l'air impur peut redevenir air pur. Nous avons vu d'ailleurs que l'air pur peut passer à l'état d'air impur. Ainsi on ne sauroit douter que cet air impur ne soit une altération de l'air pur.

Toutes les espèces d'air connues peuvent passer à l'état d'air impur. Nous avons déjà vu que la combustion des corps & la respiration des animaux altéroient l'air pur, le décomposoient & le changeoient partie en air acide, partie en air impur; & en général toutes les fois que l'air pur est altéré, il y en a toujours une partie convertie en air impur.

L'air inflammable, l'air acide, l'air nitreux, peuvent également passer à l'état d'air impur par différens procédés; c'est ce que j'ai déjà fait voir relativement aux deux premiers. Je prouverai également que l'air nitreux, que je

regarde comme une modification de l'air inflammable, eſt changé en air impur dans un grand nombre d'opérations.

Tous ces airs peuvent donc devenir airs impurs. Il faut employer à la vérité différens procédés, mais qui paroiſſent ſe réduire à deux principaux, ajouter du principe du feu à ceux qui n'en ont pas aſſez, & en ôter à ceux qui en ont une trop grande quantité.

L'air inflammable chez qui le principe du feu ou de la lumière eſt ſi abondant, ne ſe change en air impur qu'en en perdant une partie. La combuſtion le diminue conſidérablement & le change en air impur. Lorſqu'il révivifie les métaux, il s'abſorbe & devient impur. Enfin, ce qui complette la démonſtration, c'eſt qu'étant mêlé avec l'air pur, l'un & l'autre deviennent impurs.

L'air nitreux perd ſes qualités & devient impur par les mêmes procédés que l'air inflammable.

L'air pur au contraire, en s'uniſſant à une portion de feu, de lumière, devient impur. De l'air pur que j'avois enfermé dans un flacon bien net & expoſé au ſoleil, a été un peu gâté. L'air inflammable, l'air nitreux, la limaille de fer humectée, l'huile de térébenthine, le foie de ſoufre, &c. l'altèrent également & le changent en air impur.

L'air acide est altéré par les mêmes procédés. Lorsqu'il est exposé à l'étincelle électrique, sur un mêlange de limaille de fer humectée, qu'il est absorbé par le charbon, &c. il perd une partie de ses qualités pour devenir air impur.

L'air impur doit donc être regardé comme un terme moyen entre les airs qui ne sont unis qu'à une certaine quantité du principe du feu ou de la lumière, comme l'air pur, & ceux qui en sont chargés, comme l'air inflammable & l'air nitreux. Car ces deux airs dépouillés d'une partie de leur principe du feu passent à l'état d'air impur, tandis que l'air pur & l'air acide en acquérant de ce principe du feu, deviennent également air impur.

La pesanteur de ces différens airs confirme cette opinion jusqu'à un certain point. Il est certain que plus ils contiennent du principe du feu qui paroît si léger, moins ils doivent peser. Aussi le poids de l'air impur paroît-il tenir le milieu entre celui de tous ces airs.

Le poids de l'air commun peut être estimé par pied cubique 720 grains.

L'air pur est environ d'un seizième plus pesant. Par conséquent le pied cubique pesera 765 grains.

L'air acide eſt environ une fois & demie plus peſant. Par conſéquent le pied cubique peſera 1080 grains.

L'air inflammable peut être ſuppoſé dix fois plus léger que l'air commun. Ainſi le pied cubique ſera égal à 72 grains.

L'air nitreux eſt eſtimé d'un ſeizième plus léger que l'air commun. Le pied cubique ſera par conſéquent égal à 698 grains.

Enfin l'air impur eſt d'un ſeizième plus léger que l'air commun. Le pied cubique ſera par conſéquent égal à 675 grains.

Ces différentes eſtimations peuvent être ſuppoſées à peu près exactes. Je dis à peu près, parce que le poids de ces airs varie ſuivant leur degré de pureté. Il faut donc s'en tenir à une eſtimation moyenne.

On voit que l'air pur eſt plus peſant que l'air impur ; & l'air inflammable eſt encore beaucoup plus léger. Cependant il faut convenir que ces peſanteurs ne ſuivent pas exactement les rapports qu'elles devroient avoir. L'air acide eſt plus peſant que l'air pur ; tandis qu'il paroîtroit devoir être plus léger, puiſqu'il contient plus de feu ; & l'air nitreux ſe rapproche plus à cet égard de l'air pur que de l'air inflammable. Mais ce ſont l'eau & les autres principes que contiennent ces airs, qui pro-

duisent ces différences. L'air acide, par la grande affinité qu'il a avec l'eau en est peut-être plus chargé que les autres airs. D'ailleurs il est uni avec le principe du feu combiné ou causticon, qui est plus pesant que le feu pur. L'air nitreux contient beaucoup d'air pur, &c.

Le poids de l'air commun ou atmosphérique est un peu plus considérable qu'il ne devroit être. Car ne contenant qu'un peu plus d'un quart d'air pur, & le reste d'air impur, il devroit plus se rapprocher du poids de ce dernier. Mais l'eau, les portions terreuses, & les différentes émanations dont l'air commun est le grand magasin, augmentent sa pesanteur.

Les mêmes causes influent aussi singulièrement sur le poids des autres airs. Dans la combustion de l'air pur & de l'air inflammable, dans la combinaison du même air pur & de l'air nitreux, &c. il se dégage une quantité considérable d'eau. Ils contiennent d'ailleurs d'autres substances qui leur sont également étrangères, telles que des parties acides, alkalines, métalliques, &c. On ne pourroit donc avoir la pesanteur vraie de ces airs, qu'en les dépouillant de toutes ces substances, ce qui est impossible à l'art.

Toutes les propriétés de l'air impur que nous venons d'exposer, le rapprochent plus ou moins

des autres airs. Mais il en a d'autres qui l'en distinguent essentiellement.

Il n'a nulle espèce d'acidité ; n'agit ni sur l'eau de chaux, ni sur le suc de tournesol ou autres sucs bleus végétaux, ne peut entretenir la respiration ni la combustion ; & s'améliore étant lavé dans l'eau. Ce sont des qualités qui lui sont communes avec l'air inflammable. Mais ce qui l'en distingue, c'est qu'il ne sauroit s'enflammer.

Il a de commun avec l'air acide de ne pouvoir servir à la respiration ni à la combustion. Mais il en differe parce que l'un est acide & que l'autre ne l'est pas, que l'un est presque tout absorbé par l'eau & l'autre ne l'est que peu, &c.

L'air impur, mêlé avec les autres espèces d'air, ne paroît pas leur causer d'altération. J'ai mêlé une partie d'air pur avec trois d'air impur. Il n'y a point eu de diminution, & ce mélange approchoit de la pureté de l'air commun.

L'air impur, mêlé à parties égales avec l'air inflammable, avec l'air acide, avec l'air nitreux, n'a point éprouvé de diminution.

Tous ces mélanges de l'air impur avec les autres airs, souffrent la même absorption lorsqu'on les expose sur l'eau, que si on les exposoit chacun séparément, & cela doit être, puisqu'ils

puisqu'ils n'agissent point les uns sur les autres.

Mais ce qui paroît sur-tout distinguer l'air impur des autres airs, c'est qu'il ne paroît point altéré par la plupart des procédés qui agissent sur ceux-ci. J'en ai tenu sur l'huile de térébenthine, sur la limaille de fer humectée, &c. & il n'a éprouvé aucun changement.

Il n'y a que l'eau qui, en le lavant, l'améliore & le fait passer à l'état d'air pur. C'est cette qualité essentielle qui me fait dire que l'air impur n'est qu'une modification de l'air pur; & il paroît par tous les faits que nous avons rapportés, que l'air pur n'est ainsi modifié que par l'air inflammable, soit sous forme concrète, soit à l'état aériforme.

L'air impur est très-abondant dans la nature, & même il l'est beaucoup plus que tous les autres, puisque les trois quarts de l'atmosphère environ, paroissent être de cet air; & sans un quart environ d'air pur qu'elle contient, nuls animaux, excepté quelques insectes, ne sauroient y vivre.



DE L'AIR NITREUX.

HALES, dans ses nombreuses expériences sur les airs, apperçut celui dont nous parlons. Il versa de l'acide nitreux sur du fer, de l'antimoine, des pyrites, &c. & il vit qu'il s'en dégageoit de l'air, que cet air dans certaines circonstances diminuoit beaucoup, qu'il absorboit l'air commun, &c. Mais ce célèbre Physicien ne sut point voir les différences qui caractérisoient les airs qu'il parvint à dégager des corps.

La découverte de l'air nitreux doit donc être attribuée à M. Priestley. Le 4 Juin 1772, il essaya de faire passer dans l'appareil pneumato-chimique l'air qui se dégageoit de la dissolution du laiton par l'acide nitreux, & il vit avec surprise que cette vapeur aériforme se soutenoit sous forme d'air, & avoit des qualités bien différentes de celles de l'air commun & des autres airs qu'il connoissoit pour lors, qui étoient l'air acide & l'air inflammable.

On obtient le même air en faisant dissoudre par l'acide nitreux, le fer, le mercure, l'argent, &c. Les huiles, le charbon, le sucre, &c. mêlés avec le même acide & exposés au feu,

donnent encore de l'air nitreux semblable au précédent.

M. Priestley s'empressa de constater les qualités de l'air qu'il avoit obtenu de la dissolution du laiton par l'acide nitreux. Depuis ce tems, il a beaucoup multiplié ses expériences. Les autres Physiciens s'en sont aussi occupés de leur côté, & néanmoins cette matière laisse encore beaucoup à desirer, comme nous allons le voir.

La combustion ne sauroit avoir lieu dans cet air. Un corps enflammé, une bougie allumée s'éteignent aussi-tôt qu'on les y plonge. Cependant quoique cela soit vrai en général, ceci souffre quelque explication. Car il y a de l'air nitreux où la combustion peut avoir lieu jusqu'à un certain point.

J'ai fait de l'air nitreux avec de l'acide nitreux concentré, & du fil de cuivre rouge bien pur. L'effervescence fut vive. J'en ai rempli une cloche de 10 pouces de profondeur, & j'y ai plongé une petite bougie allumée, qui s'est éteinte.

La même cloche pleine du même air, j'y ai plongé un petit morceau de bois, long de 12 pouces, & qui étoit allumé à une de ses extrêmités, la flamme s'est éteinte; mais la partie charboneuse, plongée jusqu'au fond de la

cloche, au lieu de s'éteindre, a brûlé avec plus de vivacité. J'ai répété plusieurs fois cette expérience, qui m'a toujours donné le même résultat. Voici ce qui me paroît se passer dans cette opération.

Dans l'instant qu'on soulève la cloche de dessus l'eau, & qu'on la renverse pour y plonger la bougie, l'air nitreux se mêle avec l'air atmosphérique, & forme une vapeur d'acide nitreux, qui éteint la flamme comme le font toutes les vapeurs acides. Si on plonge promptement le petit morceau de bois enflammé, la flamme s'éteint également par la même cause. Mais la partie charbonneuse qui n'a pas eu le tems de s'éteindre, arrive assez tôt dans la partie inférieure de la cloche, où l'air nitreux est encore pur, & pour lors elle brûle avec éclat. L'expérience suivante confirme cette explication.

J'ai fait passer du bon pyrophore sous une cloche pleine d'air nitreux & reposant sur le mercure. Le pyrophore s'est allumé & a brûlé. L'air nitreux n'éteint donc point la flamme par lui-même. Mais c'est la vapeur acide, formée par son union avec l'air atmosphérique.

M. Priestley avoit aussi observé que l'air nitreux ne s'opposoit point à la combustion de l'air inflammable & qu'il en coloroit la flamme en verd. Mais je crois qu'il n'y a que l'air

nitreux retiré du cuivre qui produise cet effet.

J'ai pris 4 pouces d'air inflammable & 2 d'air nitreux retiré du cuivre, & en ai approché une bougie allumée. Ils ont brûlé avec une belle flamme verte sans détoner. J'ai répété la même expérience en me servant de l'air nitreux retiré du fer. La flamme, au lieu d'être verte, a été bleue.

Les animaux ne sauroient vivre dans l'air nitreux. Ils y périssent plus promptement que dans l'air inflammable; parce que la portion d'air pur contenu dans leurs poitrines, se mêlant avec l'air nitreux, forme de l'acide nitreux qui les tue promptement.

Les plantes ne peuvent également y végéter. Elles versent continuellement un air plus ou moins pur, qui, s'unissant avec celui-ci, le change en une vapeur acide nitreuse, laquelle corrode la plante.

L'air nitreux est le plus souvent chargé d'une petite portion d'acide nitreux, & pour lors il rougit les sucs bleus des végétaux. Mais cependant on peut l'obtenir dégagé de cet acide, & dans ce cas il n'agit plus sur la teinture du tournesol. C'est ce qu'ont fait voir MM. le duc de Chaulnes & l'abbé Fontana.

Lorsque je veux avoir de l'air nitreux bien pur, je me sers d'un acide affoibli afin que la

dissolution se fasse lentement. Je l'agite ensuite légèrement dans l'eau distillée & dépouillée d'air pur par l'ébullition. Il y dépose la petite portion d'acide qui auroit pu se volatiliser, & dans cet état il ne rougit point les sucs bleus les plus sensibles.

L'air nitreux est immiscible à l'eau dans le premier moment. Cependant si on le tient long-tems sur l'eau commune, il est peu à peu absorbé & diminué. Il perd par cette absorption une partie de ses qualités; la portion restante approche beaucoup de la pureté de l'air commun, & les corps peuvent y brûler.

J'ai fait passer sous une cloche de 80 pouces pleine d'eau de Seine, 40 pouces d'air nitreux, dont trois mesures & une d'air pur donnoient pour résidu 0,19. Au bout de deux mois la cloche n'ayant point été agitée, l'air avoit été diminué de 8 pouces. Trois mesures & une d'air pur ont donné 0,42.

Une bougie allumée s'y est éteinte.

J'ai fait passer 4 pouces d'air nitreux dans un flacon de 75 pouces plein d'eau, je l'ai bouché avec son bouchon usé à l'émeril, & l'ai agité plusieurs heures à différentes fois. Le flacon ouvert sous l'eau, elle y a remonté. Trois mesures de cet air & une d'air pur ont donné 2,10. Il avoit donc été singulièrement altéré,

Quelquefois même il eſt encore plus vicié, & il n'eſt preſque plus abſorbé par l'air pur.

Mais l'eau diſtillée & privée de tout air par une longue ébullition, le dénature beaucoup moins. J'ai pris deux flacons de 50 pouces pleins d'eau diſtillée & dépouillée de tout air par l'ébullition, dans chacun deſquels j'ai fait paſſer 4 pouces $\frac{1}{2}$ d'air nitreux, dont trois meſures & une d'air pur donnoient 0,19. Les flacons bien bouchés, je les ai tenus renverſés dans des vaſes où il y avoit du mercure, & je les ai laiſſés ainſi pendant trois mois & demi, en ayant ſoin d'ouvrir de tems en tems les flacons dans le bain de mercure, il y avoit à chaque fois abſorption, & il entroit du mercure dans les flacons. Au bout de trois mois & demi l'abſorption a été d'un pouce & demi; ce qu'il étoit facile de calculer par la quantité de mercure entrée dans le flacon.

J'ai pour lors porté un des flacons dans un vaſe plein d'eau qui avoit bien bouilli; & j'en ai fait paſſer l'air ſous une cloche. Trois meſures de cet air & une d'air pur ont donné 0,81, 0,82.

J'ai vidé l'eau de l'autre flacon dans une cornue de 40 pouces, & l'ai fait bouillir pour en retirer l'air. Il s'en eſt dégagé environ un pouce. Mais il y a eu huit à dix onces d'eau

qui ne sont pas entrés en ébullition; savoir, celle qui étoit dans le col de la cornue. Trois parties de cet air & une d'air pur ont donné 0,40, 0,42.

Il paroît donc que l'air nitreux est beaucoup moins altéré par l'eau bien bouillie & dépouillée de tout air, que par l'eau commune; & cela n'est pas surprenant. L'eau contient toujours une certaine quantité d'air pur qui s'unissant à l'air nitreux, l'absorbe, le change en acide nitreux, & la portion qui demeure est pour lors dénaturée.

Le mercure ne paroît point altérer l'air nitreux. J'en ai tenu plusieurs mois dans des flacons pleins de mercure, & renversés dans le mercure. Je l'ai toujours trouvé aussi pur que quand je l'y avois mis.

La qualité la plus frappante de cet air est la manière dont il se comporte lorsqu'on le mêle avec l'air commun. Les deux airs se diminuent prodigieusement, comme Hales l'avoit observé. Il paroît une vapeur rutilante, accompagnée d'une chaleur très-sensible, & il y a de l'acide nitreux produit.

On a cherché à mesurer la quantité de cette absorption. M. Landriani, pour y porter plus de précision, a imaginé un nouvel instrument qu'il appelle *eudiomètre*. C'est un tube de verre

calibré exactement, & divisé en parties égales. On y introduit une certaine quantité d'air nitreux & d'air commun, & on voit quelle est l'absorption.

MM. Fontana & Magellan ont tenté différens procédés pour donner de l'exactitude à cette méthode. La difficulté consiste sur-tout à mesurer exactement les quantités d'air employées. On a fait une petite mesure contenant 100 parties des divisions du tube. Mais cette mesure pouvant être plus ou moins pleine, M. Ingen-Housz a imaginé d'adapter à sa partie intérieure une garniture en cuivre dans laquelle peut couler une lame de cuivre qui ferme exactement la mesure quand elle est pleine d'air, en sorte qu'on est sûr d'avoir toujours la même quantité d'air.

Le même Physicien a fait voir qu'il y avoit encore une précaution essentielle à prendre dans cette opération. Il faut faire le mélange des deux airs dans un grand vase, & le plus promptement possible; lorsque les deux airs ne sont pas mêlés promptement, ils se vicient, & l'absorption n'est plus aussi considérable.

Il y a encore quelques autres causes qui peuvent nuire à l'exactitude de cette expérience. On n'est jamais sûr d'avoir la même qualité

d'air nitreux. D'ailleurs, nous venons de voir que la portion d'air pur que contient l'eau, vicie l'air nitreux. On ne peut d'un autre côté faire cette opération sur le mercure, parce que l'acide nitreux qui est produit, l'attaque aussi tôt & dégage de nouvel air nitreux. L'eau distillée & dépouillée de tout air par l'ébullition, seroit meilleure. Mais elle absorbe une portion des airs. Ainsi il seroit difficile de remédier à tous ces inconvéniens.

Mais les erreurs que peuvent occasionner toutes ces causes réunies sont si légères, que lorsqu'on a soin d'employer le même acide & la même substance pour avoir l'air nitreux, & qu'on opère avec précaution, on a toujours des résultats à peu près semblables, & les petites différences qui peuvent exister dans les résultats, doivent être absolument négligées. Nous ne pouvons jamais avoir des instrumens assez parfaits pour arriver à cette précision, qui n'est nécessaire que dans les opérations de mathématiques, dans l'astronomie, &c.

L'air impur, l'air inflammable & l'air acide mêlés avec l'air nitreux, n'y causent aucune diminution. Il faut faire l'opération sur le mercure pour l'air acide ; mais l'air pur produit une absorption encore bien plus considérable

dans l'air nitreux que ne le fait l'air atmosphérique. C'est ce qu'observa M. Priestley. Il vit qu'en mêlant ces deux airs, il n'en restoit qu'une très-petite portion, & la couleur étoit beaucoup plus rutilante.

Les Physiciens ont varié sur la quantité respective de ces airs qu'il faut employer pour avoir la plus grande diminution possible. Plusieurs ne mettent que deux portions d'air nitreux contre une d'air pur. Je crois qu'il faut plus d'air nitreux. J'en prends trois parties & une d'air pur. Le résidu est ordinairement 0,15, 0,20, 0,25, suivant la pureté des airs. Je ne l'ai jamais vu moins que 0,12; quoique quelques Physiciens disent avoir eu encore un résidu moindre.

Voici les expériences comparatives que j'ai faites avec beaucoup de soin & que j'ai répétées plusieurs fois, pour savoir quelle étoit la proportion des deux airs qui donnoit la plus grande diminution. Je me suis servi d'un air nitreux très-pur, & de l'air pur retiré du précipité rouge. J'ai pris celui qui a passé au milieu de l'opération, comme étant le plus pur. Le mêlange a été fait dans un vase très-large & avec toutes les précautions possibles, je fais passer l'air pur le premier & ensuite tout l'air nitreux à la fois.

Une mesure d'air nitreux, & une d'air pur ont donné. . . . . 0,66$\frac{1}{2}$

Deux mesures d'air nitreux & une d'air pur ont donné. 0,35

Trois mesures d'air nitreux & une d'air pur ont donné. 0,12

Quatre mesures d'air nitreux & une d'air pur ont donné. 0,50

Cinq mesures d'air nitreux & une d'air pur ont donné. 1,25

Six mesures d'air nitreux & une d'air pur ont donné. 2,25

Ces expériences sont assez intéressantes & prouvent qu'il faut à peu près trois parties d'air nitreux contre une d'air pur. Car dans la première nous avons un résidu 0,66$\frac{1}{2}$. Supposons la mesure d'air pur partagée en trois parties. La mesure d'air nitreux en aura absorbé une, c'est-à-dire, 0,33$\frac{1}{3}$, & si elles avoient disparu toutes deux, il devroit rester 0,66$\frac{2}{3}$. Mais nous n'avons que 0,66$\frac{1}{2}$, qui n'en different pas sensiblement. Il paroîtroit que la mesure d'air nitreux a absorbé à peu près le tiers de la mesure d'air pur, sans laisser aucun résidu.

Dans la seconde expérience, le résidu est 0,35, c'est-à-dire, un peu plus que le tiers de la mesure d'air pur. Les deux autres tiers

ont été absorbés par les deux mesures d'air nitreux.

Dans la troisième expérience, le résidu est 0,12. D'après la première & la seconde, il devroit être moindre. Mais quelque promptitude qu'on mette dans l'opération, les airs sont toujours un peu viciés, ce qui est la cause de ce résidu.

La quatrième expérience donne un résidu 0,50. Cependant si trois mesures d'air nitreux sont saturées par une d'air pur, nous devrions avoir dans celle-ci 1,12 ; c'est-à-dire, une mesure de plus que le résidu de la troisième expérience.

Dans la cinquième expérience, nous avons 1,25. Nous devrions avoir d'après la quatrième 1,50. Il y a donc encore eu ici 0,25 d'une mesure absorbée de plus que dans la quatrième expérience.

Enfin, dans la sixième, nous avons 2,25 ; c'est-à-dire, la mesure entière qui a été ajoutée de plus que dans la cinquième expérience. Mais ici, il y a 4,75 parties de mesure disparues. Il paroîtroit donc qu'une mesure d'air pur pourroit saturer 3,75 de mesures d'air nitreux, en ne supposant aucun résidu.

Cependant les premières expériences ne correspondent point à ces dernières, & elles pa-

roîtroient prouver qu'une mesure d'air pur ne peut saturer qu'environ trois d'air nitreux.

Je crois que c'est effectivement à ce calcul qu'il faut nous arrêter. Mais comment expliquer, dira-t-on, la grande absorption que présentent la quatrième & cinquième expérience ? Par d'autres expériences que nous rapporterons bientôt. Nous verrons que l'acide nitreux absorbe avec beaucoup d'avidité l'air nitreux, & en très-grande quantité. Je pense donc que c'est à cette absorption qu'est dû la grande diminution que présentent la quatrième & la cinquième expérience.

C'est d'après toutes ces expériences qu'on a conclu que la diminution que l'air nitreux faisoit éprouver à l'air atmosphérique, étoit due à la portion d'air pur contenue dans celui-ci, puisqu'il n'y a que cet air pur qui soit diminué par l'air nitreux. On a par ce moyen cherché à déterminer la quantité d'air pur contenu dans l'air atmosphérique. Ceci ne doit s'entendre que d'une estimation moyenne, parce que l'air atmosphérique n'a pas toujours le même degré de pureté.

M. le chevalier de Dolomieu rapporte avoir trouvé à Malthe des différences très-considérables, & telles qu'elles n'ont encore été observées nulle part. Dans l'hyver, une mesure

d'air nitreux & une d'air atmoſphérique lui donnèrent un réſidu 0,80 ; & dans l'été, par un vent de ſiroco, une meſure d'air nitreux & une d'air atmoſphérique 1,15.

Je n'ai jamais obſervé de ſi grandes différences. La plus grande diminution que j'ai vue eſt par un beau tems, après une longue pluie, le baromètre étant remonté, une meſure d'air atmoſphérique & une d'air nitreux ont donné 0,98 ; & dans les autres tems les moins favorables, une meſure de chacun de deux airs ont donné 1,06. Il faut dans ces expériences, bien tenir compte de la température de l'eau de la cuve, qui fait éprouver une dilatation ou une condenſation à l'air, ſuivant qu'elle eſt plus ou moins chaude que la température extérieure.

Prenons donc une eſtimation moyenne ; & ſuppoſons les deux meſures réduites à une ſeule, il ſera facile de calculer d'après cela la quantité d'air pur contenu dans l'atmoſphère. Si nous y ſuppoſions un quart d'air pur 0,25, il abſorberoit trois quarts d'air nitreux, c'eſt-à-dire, 0,75 d'une meſure. Ainſi en ſuppoſant que ces 0,25 d'air pur, & 0,75 d'air nitreux fuſſent tous abſorbés, il diſparoîtroit 1,00 parties, & des deux meſures il n'en reſteroit plus que 1,00. Mais nous avons vu que trois parties

d'air nitreux & une d'air pur laiſſent toujours un petit réſidu, que nous pouvons eſtimer environ 0,03 du total. Ainſi d'après cette évaluation les 0,25 d'air pur ſuppoſées dans l'air atmoſphérique, combinées avec 0,75 d'air nitreux laiſſeroient 0,03. On devroit donc avoir un réſidu de 1,03. Ainſi l'air atmoſphérique doit donc contenir un peu plus du quart d'air pur, c'eſt-à-dire, environ 0,26; car ces 0,26, en abſorbant 0,78 d'air nitreux, donneront un réſidu 0,04, qui, avec 0,96 reſtant des deux meſures, feront 1,00.

La portion reſtante, qui n'eſt pas abſorbée, éteint les lumières & n'eſt point inflammable. Ce ſont les qualités de l'air impur. Il paroît donc que l'atmoſphère contient à peu près un quart d'air pur ou 0,26, & 0,74 d'air impur. Car, comme je l'ai dit ailleurs, je ne crois pas qu'il y ait jamais une quantité ſenſible d'air acide dans l'atmoſphère.

Cependant, ſi le mélange de l'air nitreux avec l'air pur, ou l'air atmoſphérique, ſe fait ſur l'eau de chaux, il y a toujours un précipité, ou plutôt il ſe forme une crême à ſa ſurface. M. Cavendish dit néanmoins être parvenu à avoir des airs aſſez purs pour que le mélange fait, l'eau de chaux ne fût pas précipitée. J'ai répété ces expériences avec le plus grand ſoin.

J'ai

J'ai rempli un flacon d'eau de chaux, & l'ai renversé dans un vase plein de la même eau. J'y ai fait passer trois parties d'air nitreux. J'ai introduit dans un autre flacon également plein d'eau de chaux une partie d'air pur. Ces deux airs n'ont nullement altéré l'eau de chaux. J'ai fait passer l'air pur dans le vase qui contenoit l'air nitreux. La vapeur rutilante ordinaire a eu lieu. Il s'est formé une espèce de nuage dans les airs, & au bout de quelques minutes, il a paru à la surface de l'eau de chaux une croute ou crême très-visible. J'ai pour lors un peu agité le vase. La croute s'est fendillée & s'est précipitée lentement. Le vaisseau reposé, il ne s'y est plus formé de croute. J'ai recommencé plusieurs fois cette expérience, & elle m'a toujours donné le même résultat.

Je l'ai aussi répétée en employant l'air atmosphérique au lieu d'air pur. Il s'est formé également de la crême de chaux à la surface du vase après le mélange des airs.

Il faut donc que dans l'expérience de M. Cavendish, ou que le vaisseau ait été agité, ce qui aura fait précipiter la pellicule à mesure qu'elle se sera formée; ou qu'il y eut beaucoup d'air nitreux & d'air pur; ce qui aura formé une certaine quantité d'acide nitreux qui aura redissous la pellicule.

Cette expérience confirme ce que j'ai dit sur la nature de l'air acide. Il ne se trouve point ici de charbon, car on n'en admet point dans l'air nitreux ni dans l'air pur ; il se dégage seulement une grande quantité de matière de la chaleur.

Mais d'où vient cette portion d'air impur, qu'on a toujours dans le mélange de l'air pur & de l'air nitreux, quelque purs qu'ils soient? Je crois que cet air est aussi un produit nouveau ; c'est ce que me paroissent prouver les faits suivans.

J'ai pris une mesure d'air pur, que j'ai fait passer dans le tube de l'eudiomètre. J'y ai ensuite introduit très-lentement trois mesures de bon air nitreux, & ai laissé reposer le tout. Au bout de 48 heures, il restoit encore 0,90. J'ai pour lors bien agité le tube. Il y a eu une diminution de 0,06. Ainsi le résidu total étoit de 0,84.

J'avois pris auparavant une mesure du même air pur & trois de l'air nitreux, que j'avois mélangé dans un grand vase en les agitant promptement. Le résidu n'avoit été que de 0,14.

Les airs dans la première expérience avoient donc été singulièrement viciés ; d'où je concluds que le résidu qu'il y a toujours dans le

mélange de l'air pur & de l'air nitreux, ne vient point tout entier de la portion d'air impur qui peut se trouver dans ces airs, mais qu'il y en a une portion de produite par le mélange même ; parce que, quelque précaution qu'on prenne, il ne peut être assez prompt pour que les airs n'aient pas le tems de se décomposer en partie. C'est ce que prouvent les expériences que nous avons rapportées ci-devant, où une mesure d'air nitreux a absorbé entièrement un tiers de mesure d'air pur.

L'air nitreux est toujours chargé d'une portion assez considérable d'eau. En ayant fait passer sur de l'alkali très-desséché, celui-ci a été humecté. Mais j'ai rendu cette humidité bien plus sensible dans l'expérience suivante.

J'ai pris deux cloches tubulées à leur partie supérieure, auxquelles étoient ajustés des tubes de verre coudés, qui s'introduisoient dans un ballon de 200 pouces cubiques à travers de bouchons de liége fermant bien. Je mets dans l'une deux parties d'air nitreux, & dans l'autre une d'air pur. En les plongeant dans l'eau, & débouchant les tubes, les airs sont forcés d'entrer dans le ballon, qui est parfaitement sec. Il se remplit aussi-tôt de vapeurs rutilantes. La portion d'air pur contenue dans l'air atmosphérique du ballon, s'absorbant elle-même la

première, permet facilement l'introduction des airs des cloches, qui éprouvent eux-mêmes la plus grande diminution. La chaleur devient très-considérable, les vapeurs se condensent au bout de quelques heures, & tout le ballon est couvert d'une rosée, qui n'est que de l'acide nitreux concentré.

Ayant introduit de cette manière dans le ballon, 125 pouces cubiques d'air nitreux avec 50 pouces d'air pur, un thermomètre enfermé dans un tube de verre que j'avois placé dans le ballon monta à 20°, tandis qu'il n'étoit qu'à 8 dans l'appartement. D'ailleurs, le tube diminuoit beaucoup la sensibilité de l'instrument. Car ayant répété l'expérience avec un thermomètre qui avoit la boule découverte, il monta à 30°; une autre fois il est monté à 35°. Ceci dépend de la promptitude avec laquelle on fait le mêlange des airs. Le ballon est toujours couvert intérieurement d'une rosée abondante, & il s'amasse même dans la partie inférieure des gouttes de liqueur.

Dans cette expérience, l'air nitreux & l'air pur déposent l'eau qu'ils tiennent en dissolution, comme le font le même air pur & l'air inflammable dans leur combustion. C'est la même cause. En se combinant, ils sont réduits à un très-petit volume & ne sont plus en état de

diffoudre la même quantité d'eau. Cette eau se charge de l'acide nitreux qui est formé. On ne peut par conséquent douter que l'air nitreux ainsi que tous les autres airs, ne contienne une très-grande quantité d'eau.

L'air nitreux est absorbé par tous les acides, comme l'a fait voir M. Priestley. Je vais en rapporter quelques expériences pour le prouver.

J'ai rempli d'air nitreux un flacon de 12 pouces cubiques & l'ai renversé dans un vase plein d'acide nitreux. L'absorption s'est faite tranquillement. D'abord l'acide qui étoit blanc a un peu jauni. Mais lorsque l'acide eut gagné environ le tiers du flacon, sa surface devint d'un beau verd, qui pouvoit avoir une ligne ou une ligne & demie d'épaisseur. Le flacon ayant été agité, le verd disparut, l'absorption fut très-prompte, & l'acide prit la couleur jaune orangée. Il resta environ un demi-pouce d'air qui ne fut pas absorbé, lequel étoit de l'air impur. En faisant passer du nouvel air nitreux dans le flacon, l'acide en absorbe encore, & il reprend la couleur verte tirant sur le bleu.

Ce changement de couleur de l'acide est assez singulier. On sait que lorsqu'on verse de l'eau dans un acide nitreux fumant, il prend la même couleur. Il devient verd & bleu. Ici, c'est la même chose. L'acide par cette absorp-

tion d'air nitreux, passe à l'état d'acide nitreux fumant. Mais la portion d'eau que contient l'air nitreux, lui fait prendre la couleur verte, puis la bleue. Il seroit assez difficile de trouver la cause première de ces changemens de couleur.

Mais il faut bien observer que dans cette opération l'acide nitreux blanc devient acide nitreux fumant coloré, ce qu'on appeloit autrefois acide nitreux *phlogistiqué*, & pour lors il perd beaucoup de sa force. Car l'acide nitreux fumant n'a pas la même énergie que l'acide nitreux blanc.

L'acide vitriolique absorbe aussi l'air nitreux, mais pas en aussi grande quantité que l'acide nitreux. J'ai fait passer trois pouces d'air nitreux dans un flacon de 12 pouces plein d'acide vitriolique. Il en a absorbé environ les deux tiers, & l'acide s'est coloré en brun.

L'acide marin absorbe également l'air nitreux. J'en ai fait passer trois pouces dans un flacon de 12 pouces plein d'acide marin. Il y a eu un pouce & demi d'absorbé, & l'acide se colore sensiblement. M. Priestley dit être parvenu à transformer sa couleur en celle d'un beau bleu de ciel, très-visible lorsqu'on le regardoit à travers le jour.

Le vinaigre radical produit encore le même

effet sur l'air nitreux. Il l'absorbe en assez grande quantité.

L'air nitreux est aussi absorbé par les huiles, soit les essentielles, soit celles qui ne le sont pas. J'ai introduit quatre pouces d'air nitreux dans un flacon de 8 onces plein d'huile de térébenthine, & renversé dans un vase qui le contenoit également. L'air a été absorbé assez promptement. L'huile s'est colorée & est devenue orangée. Elle s'est épaissie & a pris une consistance glutineuse, comme lorsqu'elle a été exposée long-tems sur l'air pur.

M. Priestley a fait voir que l'éther, l'esprit de vin, l'huile d'olives, &c. absorboient également l'air nitreux.

Les alkalis caustiques exposés sur l'air nitreux le diminuent. J'en ai fait passer trois pouces dans un flacon de 12 pouces, plein de natron caustique. Il y a eu deux pouces & demi d'air absorbés.

Les combinaisons du soufre avec les chaux, les alkalis, &c. diminuent aussi beaucoup l'air nitreux. J'en ai introduit 6 pouces dans un flacon de 12 pouces, plein d'une dissolution de soufre & de chaux. Il y en a eu 2 pouces d'absorbés, & le résidu étoit de l'air impur.

Le charbon incandescent éteint dans le mercure, & introduit dans une cloche pleine d'air

nitreux, en absorbe environ dix fois son volume. Porté ensuite dans l'eau, il se dégage une partie de cet air, qui est entièrement dénaturé. Car, mêlé avec l'air commun, il n'y a aucune diminution. Mais une mesure de cet air & une d'air nitreux m'ont donné 1,70, 1,75. Cet air avoit donc cessé d'être nitreux, & passé, jusqu'à un certain point, à l'état d'air commun.

L'étincelle électrique produit encore de singuliers effets sur l'air nitreux. M. Priestley ayant fait passer beaucoup d'étincelles électriques dans un tube où étoit enfermé de l'air nitreux, observa que l'air fut diminué d'un quart. Il l'essaya pour lors avec l'air atmosphérique, & il n'y eut aucune diminution. Cet air avoit donc été absolument décomposé.

Il en renferma dans un autre tube plongé dans de l'eau teinte en bleu. La liqueur rougit à un haut degré.

Ces expériences ont été répétées par M. Van-Marum, qui a obtenu les mêmes résultats.

Une dissolution de vitriol martial absorbe beaucoup d'air nitreux. J'ai rempli un flacon de 6 pouces d'air nitreux, & l'ai renversé dans une dissolution de vitriol martial. Tout l'air a été absorbé, excepté un quart de pouce, & la dissolution est devenue d'un brun foncé. Mais

en la laiſſant expoſée à l'air, la couleur ſe diſſipe à meſure que l'air nitreux s'évapore.

La limaille d'acier humectée produit le même effet ſur l'air nitreux. J'ai rempli d'air nitreux un flacon de 12 pouces. J'y ai fait paſſer demi-once de limaille d'acier humectée, & ai renverſé le flacon dans le bain de mercure; l'abſorption a été aſſez prompte, & au bout de 15 jours, il n'eſt reſté que 5 pouces $\frac{1}{4}$ d'air. Cet air agité dans l'eau, eſt abſorbé à peu près de moitié. Une meſure du réſidu de cet air & une d'air atmoſphérique ont donné 1,56. Mais une meſure du même air & une de bon air nitreux ont donné 1,68; ce qui prouve que cet air avoit été changé en air nitreux déphlogiſtiqué.

Nous venons d'expoſer un grand nombre des qualités de l'air nitreux, qui néanmoins ne nous donnent pas ſur ſa nature toutes les connoiſſances que nous pourrions deſirer. Auſſi les Phyſiciens ne ſont-ils point d'accord ſur les principes dont cet air eſt composé.

M. Prieſtley, dans les commencemens, regardoit l'air nitreux, comme l'acide nitreux, ſurchargé de phlogiſtique. C'étoit auſſi le ſentiment de Bergman & d'un grand nombre de Chimiſtes. Mais M. Prieſtley, dans ſon dernier

Ouvrage, paroît abandonner sa première opinion pour se rapprocher de la mienne.

M. l'abbé Fontana a cru que l'air nitreux étoit composé d'acide nitreux, de phlogistique & de terre martiale.

D'autres admettent dans l'air nitreux une terre métallique quelconque, le phlogistique & l'acide nitreux.

On ne sauroit dire que l'air nitreux contienne des substances métalliques, puisqu'on le retire également des huiles, du charbon, du soufre, du phosphore, du sucre, &c. où on ne peut rien soupçonner de métallique. Ainsi, les parties métalliques, qui quelquefois peuvent se trouver dans cet air, lorsqu'on le retire des métaux, lui sont étrangères & y ont été entraînées de la même manière que nous avons vu que cela arrive à l'air inflammable; & effectivement l'air nitreux retiré du cuivre & brûlé avec l'air inflammable, colore la flamme de celui-ci en verd.

L'acide nitreux se trouve souvent mélangé avec l'air nitreux. Cependant on peut obtenir cet air assez pur pour ne point rougir la teinture de tournesol. Par conséquent l'acide qui peut être uni avec l'air nitreux, lui est tout-à-fait étranger. Mais, l'air nitreux est-il l'acide

nitreux surchargé de phlogistique ? C'est ce que je ne pense pas, & voici des expériences qui me paroissent l'établir d'une manière évidente.

L'air nitreux est absorbé par l'eau comme nous l'avons vu. Cette eau devroit donc être acide dans cette hypothèse. Or, elle ne l'est nullement. J'ai versé, dans de la teinture de tournesol, de l'eau sur laquelle l'air nitreux avoit été plusieurs mois, & elle ne l'a nullement affectée. Cette eau avoit été dépouillée de tout air par l'ébullition. Car avec l'eau commune on pourroit avoir une petite portion d'acide, parce que l'air pur qu'elle contient se seroit combiné avec une partie d'air nitreux.

L'acide marin, & sur-tout l'acide marin déphlogistiqué, ou avec excès d'air pur absorbent beaucoup d'air nitreux, & cependant ils ne sont pas changés en eau régale; ce qui devroit être. J'ai mis un fil d'or dans l'acide marin ordinaire qui avoit absorbé trois pouces d'air nitreux. L'or n'a point été attaqué. Ce qui prouve qu'il n'étoit point changé en eau régale.

Je crois & je suis le premier qui l'ai dit (1) que l'air nitreux est composé d'air inflammable modifié par un principe que lui communique une partie de l'acide nitreux décomposé. Ce

(1) Journal de Physique, Janvier 1782 & 1784.

principe eſt une portion d'air pur, mêlé avec de l'air impur, & peut-être de l'air acide. Je vais rapporter les preuves que j'en ai données pour lors, & auxquelles j'en ai ajouté d'autres depuis. Voici celles qui me paroiſſent établir la préſence de l'air inflammable dans l'air nitreux.

On n'obtient de l'air nitreux que lorſqu'on traite par l'acide nitreux des corps qui contiennent de l'air inflammable. Les métaux diſſous par les autres acides ou traités avec le feu, donnent de l'air inflammable. L'acide nitreux au contraire, en les diſſolvant, n'en dégage que de l'air nitreux. Or l'air inflammable n'eſt pas anéanti. Il doit donc ſe retrouver dans l'air nitreux.

Les huiles qui contiennent beaucoup d'air inflammable ne donnent que de l'air nitreux, & point d'air inflammabe lorſqu'on les mêle avec l'acide nitreux, & qu'on les expoſe à une douce chaleur, en ſuppoſant que l'acide ne ſoit pas concentré. Nous expoſerons ailleurs ce qui ſe paſſe dans cette opération. Nous dirons ſeulement ici que ſi l'acide eſt concentré, l'huile eſt réduite en une ſubſtance charbonneuſe, & finit par s'enflammer.

Le ſucre, les mucilages, le charbon, traités avec l'acide nitreux, ne donnent également que de l'air nitreux. Quelquefois cet air eſt mêlé

d'une petite portion d'air inflammable. Mais ce n'est que lorsque la chaleur a été trop considérable. Cependant ces substances contiennent beaucoup d'air inflammable. Il faut donc que cet air se retrouve dans l'acide nitreux.

Le soufre, le phosphore, présentent encore les mêmes phénomènes. Nous ne faisons ici qu'indiquer ces expériences, parce que nous serons obligés de les analyser ailleurs.

L'acide nitreux, versé sur une combinaison de soufre avec les chaux, les alkalis, &c. développe à la vérité de l'air inflammable sulfureux, mais moins que les autres acides, & on y reconnoît l'air nitreux d'une manière bien sensible. Or cet air sulfureux est inflammable. C'est donc lui qui a concourru à la formation de l'air nitreux.

Et ce qui confirme bien que l'air inflammable est nécessaire à la formation de l'air nitreux, c'est que moins ces corps contiennent d'air inflammable, moins on obtient d'air nitreux. J'ai mêlé avec de l'acide nitreux, du charbon que j'avois tenu long-tems à un feu violent, & qui étoit dépouillé d'une grande partie d'air inflammable. Le mêlange exposé au feu, il a passé beaucoup moins d'air nitreux, que lorsqu'on traite de la même manière du charbon ordinaire.

M. Crell, dans la lettre où il me communique un procédé pour rendre le charbon soluble dans l'acide nitreux (1), rapporte qu'on a fait la même observation que moi. « On distille, » dit ce célèbre Chimiste, du charbon avec » quatre parties d'acide nitreux ordinaire, & » une d'acide nitreux fumant. Cette opération » répétée six fois, on observe 1°. qu'à chaque » fois qu'on verse de l'acide sur le charbon, » il s'en dégage de légères bulles d'air; 2°. que » les vapeurs nitreuses diminuent chaque fois; » & que l'acide devient limpide comme de » l'eau; 3°. qu'au lieu *d'air nitreux*, on voit » des vapeurs blanches ».

On voit donc qu'à mesure que le charbon perd de son air inflammable, la quantité d'air nitreux diminue, & qu'après six opérations on n'en obtient plus. Ces expériences me paroissent bien concluantes. Si on en nie la conséquence que j'en tire, je ne vois rien qu'on ne puisse nier. Mais l'expérience suivante n'a pas moins de force.

L'air nitreux révivifie les chaux métalliques comme le fait l'air inflammable. C'est une opération fameuse pour obtenir les cristallisations métalliques, connues autrefois sous le nom

(1) Journal de Physique, Novembre 1786, page 387.

d'arbre de Diane. On fait diſſoudre de l'argent dans de l'acide nitreux, & on ajoute du mercure à cette diſſolution, l'argent ſe précipite ſous ſa forme métallique, & prend la figure de dentrites ou petits arbriſſeaux. Du fer jeté dans une diſſolution nitreuſe de cuivre précipite celui-ci ſous ſa forme métallique. Il arrive dans cette opération ce que nous avons déjà vu relativement à l'air inflammable. Le mercure & le fer ſont diſſous, parce que l'acide nitreux a plus d'affinité avec eux, qu'avec l'argent & le cuivre. Mais la diſſolution du mercure & du fer par l'acide nitreux, donne une très-grande quantité d'acide nitreux. Cependant dans ces précipitations de l'argent par le mercure & du cuivre par le fer, il n'y a point de dégagement ſenſible d'air nitreux. (On n'obtient qu'une très-petite quantité d'un air particulier, que M. Prieſtley a appelé air nitreux déphlogiſtiqué.) L'air nitreux ſe comporte donc ici comme l'air inflammable, & révivifie le métal précipité, ainſi que nous avons vu le cuivre révivifié par l'air inflammable dégagé du fer par l'acide vitriolique, lorſqu'on met du fer dans une diſſolution de vitriol bleu. Cette expérience me paroît démonſtrative.

L'air nitreux abſorbé par le charbon, eſt vicié comme l'eſt l'air inflammable, Il l'eſt auſſi

par l'étincelle électrique, &c. ainsi que nous l'avons vu.

Cet air agité dans l'eau s'y comporte à-peu-près comme l'air inflammable, il est absorbé & décomposé; mais cette opération le rend beaucoup plus pur, qu'elle ne rend l'air inflammable, & les corps y brûlent très-bien. C'est qu'il contient lui-même une portion d'air pur.

Car l'air pur est un des autres principes de l'air nitreux. La plupart des expériences que nous avons rapportées, ne laissent aucun doute à cet égard.

La combustion s'opère dans l'air nitreux; puisque du pyrophore y brûle, qu'un charbon allumé ne s'y éteint point. Si les animaux ne peuvent le respirer, c'est par la portion d'acide que forme avec cet air l'air pur contenu dans leur poitrine.

Les huiles absorbent l'air nitreux qui les épaissit comme le fait l'air pur. Les combinaisons du soufre avec les chaux, les alkalis, le diminuent également.

Enfin, il est une espèce particulière d'air nitreux, que M. Pristley a appelée *air nitreux déphlogistiqué*, & que je désignerai par *air nitreux avec excès d'air pur*, dans lequel l'air pur se montre d'une manière très-sensible.

J'ai pris une demi-once d'étain coupé en

petits

petits morceaux, sur lequel j'ai versé une once d'acide nitreux, avec l'appareil nécessaire pour recevoir l'air qui se dégageroit ; il y a eu une effervescence extrêmement vive accompagnée d'une violente chaleur. Il a passé environ 12 pouces d'air.

J'en ai mis dans une petite cloche, & y ai plongé une bougie allumée qui a brûlé avec une flamme agrandie.

Trois mesures de cet air & une d'air pur ont donné 1,49. Je l'ai aussi essayé avec l'air atmosphérique. Une mesure de chacun a donné pour résidu 1,30, 1,31. Une mesure de ce même air atmosphérique avec une de bon air nitreux a donné 0,98.

Une mesure de cet air retiré de l'étain, & une de bon air nitreux ont donné 1,45.

M. l'abbé Fontana a parlé d'un air particulier, qu'il appelle *régal*, parce qu'il le retire de l'étain par le moyen de l'eau régale. Cet excellent Physicien n'en décrit aucune des qualités, & renvoie à cet égard à son *Ouvrage sur les Airs*, qu'on desire depuis long-tems. J'ai cherché à examiner cet air.

J'ai mêlé une partie d'acide nitreux & une d'acide marin, & j'en ai versé une once sur demi-once de limaille d'étain. L'effervescence a été des plus vives, & la chaleur très-consi-

dérable. Il s'est dégagé une grande quantité d'air que j'ai reçu dans des cloches.

J'ai répété l'expérience, en mêlant deux parties d'acide nitreux, & une d'acide marin; elle a présenté à peu près les mêmes phénomènes. Ce sont ceux que nous avons déjà eu en faisant dissoudre l'étain dans de l'acide nitreux pur. Aussi l'air qui se dégage dans ces secondes expériences, est-il le même que le premier, c'est-à-dire, de *l'air nitreux avec excès d'air pur.*

J'en ai rempli une petite cloche, & y ai plongé une bougie allumée; elle a brûlé avec éclat.

J'en ai mêlé une mesure avec une d'air atmosphérique; le résidu a été 1,38, avec l'air retiré de l'étain avec parties égales d'acide marin & d'acide nitreux; & 1,31 lorsqu'il y a eu deux parties d'acide nitreux contre une d'acide marin.

Trois mesures de ce dernier air & une d'air pur ont donné un résidu de 1,75; & trois mesures du premier & une d'air pur ont donné 1,49.

Il paroît donc que l'acide marin n'influe pas ou très-peu dans cette expérience. Effectivement, j'ai versé de l'acide marin sur la même limaille d'étain, & il ne s'en est point dégagé d'air.

Le même Phyſicien dit avoir auſſi retiré un air particulier de la diſſolution d'or ou de la platine dans l'eau régale. J'ai auſſi cherché à connoître cet air.

J'ai fait diſſoudre deux gros de platine dans une eau régale, compoſée de deux parties d'acide nitreux & d'une d'acide marin. J'ai été obligé d'aider la diſſolution par la chaleur pour faire dégager l'air. Cet air m'a paru peu différer de l'air nitreux.

J'en ai rempli une petite cloche, & y ai plongé une bougie allumée qui s'y eſt éteinte.

Une meſure de cet air & une d'air atmoſphérique ont donné 1,10, 1,12. Ce n'étoit donc pas de l'air nitreux pur.

Une meſure de cet air & une de bon air nitreux ont laiſſé un réſidu de 1,84, 1,85.

Cette dernière expérience annonce que l'air retiré de la diſſolution de la platine dans l'eau régale, étoit de l'air nitreux avec excès d'air pur. Mais il contient moins d'air pur que celui retiré de l'étain.

Cet air nitreux avec excès d'air pur, préſente des phénomènes fort ſinguliers. Il peut entretenir la flamme qui même y eſt agrandie; ce qui annonce qu'il contient une certaine quantité d'air pur. Il eſt abſorbé par l'air nitreux, ce qui confirme encore que l'air pur s'y

trouve. Mais en même tems il absorbe l'air pur & l'air atmosphérique; il a l'odeur de l'air nitreux. Il contient donc de l'air nitreux. On ne sauroit en douter.

Mais comment se peut-il que de l'air pur & de l'air nitreux se trouvent ensemble sans s'absorber ? C'est ce que nous ne saurions concevoir jusqu'ici. Il faut attendre de nouveaux faits. Néanmoins cette expérience démontre ce que j'ai dit dans tout le cours de cet Ouvrage, que les différentes espèces d'air s'altèrent & se convertissent les uns dans les autres, & ne sont que différentes modifications d'un air principe.

On a encore beaucoup d'autres procédés pour retirer le même air. Nous avons vu que l'air nitreux exposé sur la limaille d'acier, est changé en cette espèce d'air. Du fer mis dans une dissolution nitreuse de cuivre est dissous, le cuivre est révivifié; & il se dégage une petite quantité d'air nitreux avec excès d'air pur.

La distillation du nitre nous fait encore voir l'air pur dans l'air nitreux. L'acide est presque tout décomposé, & on obtient une beaucoup plus grande quantité d'air pur, qu'on n'en avoit combiné avec l'air nitreux. Il faut donc que celui-ci en se décomposant, en ait fourni une portion.

On retire encore dans la même opération,

une portion d'air impur & même d'air acide; ce qui me fait croire que ces deux airs entrent aussi comme principes de l'air nitreux. Comme cette expérience a été faite par un grand nombre de Physiciens qui ont tous obtenu des résultats différens, je l'ai répétée avec beaucoup de soin. Mais auparavant voyons quels sont les principes de l'acide nitreux.

Suivant Bergman, le quintal de nitre cristallisé contient 49 parties d'alkali végétal, 33 d'acide nitreux, & 18 d'eau. Par conséquent une once de nitre, ou 576 grains, contiendra 283 d'alkali, 190 grains d'acide, & 103 d'eau. Il est facile de trouver la quantité des airs purs & nitreux qui équivaudront à 190 grains.

117 pouces cubiques d'air pur péseront 52 grains, en supposant le pied cubique d'air pur, ou 1728 pouces cubiques, peser 765 grains.

Mais il faut trois fois autant d'air nitreux que d'air pur, c'est-à-dire, qu'il faudra 351 pouces cubiques, qui péseront 138 grains, le pied cubique de cet air pesant 698 grains. Ces 138 grains, ajoutés aux 52 grains d'air pur, donneront les 190 grains d'acide nitreux contenus dans une once de nitre.

Cette analyse peut donc passer pour exacte, & elle l'est à la rigueur. Quant à l'eau que contient toujours cet acide, indépendamment

de l'eau de criſtalliſation du nitre, & qui le fait paroître ſous forme fluide, elle eſt contenue dans les airs qui le produiſent. Car nous avons vu qu'en combinant l'air pur & l'air nitreux, on a un acide nitreux très rutilant, qui finit par ſe condenſer en liqueur.

Le mélange de ces deux airs, le pur & le nitreux, eſt accompagné d'une chaleur aſſez conſidérable, puiſqu'il fait monter le thermomètre à 35° Cette matière de la chaleur entre dans la combinaiſon qui ſe forme, c'eſt-à-dire, dans l'acide nitreux, & peut en être regardée comme un des principes ainſi qu'elle l'eſt de tous les autres acides.

Une partie de cette matière de la chaleur vient de l'air pur, qui en contient une ſi grande quantité. Mais l'air nitreux en doit auſſi avoir. Dans la combinaiſon de ces deux airs, leur chaleur ſe dégagera; mais elle rentrera auſſi-tôt dans le nouveau compoſé.

Nous allons maintenant paſſer aux différentes analyſes qu'on a faites du nitre par la diſtillation.

Schéele eſt un des premiers qui ait diſtillé du nitre, mais il n'a pas cherché à en calculer les produits. Il ne vouloit qu'en obtenir de l'air pur.

M. Prieſtley avoit diſtillé une once de nitre

dont il avoit obtenu 100 mesures d'air, ses mesures contiennent une once d'eau; mais il n'avoit pas observé si tout le nitre étoit décomposé.

M. l'abbé Fontana a également distillé du nitre, & il dit avoir obtenu 7 à 800 pouces cubiques d'air par once de nitre; cet air étoit de l'air pur pour la plus grande partie. Cependant celui qui a passé dans le commencement étoit mêlé d'une assez grande quantité d'air acide, ainsi que celui de la fin de l'opération. Le résidu étoit un alkali caustique; mais M. Fontana croit qu'une partie de l'alkali a été décomposée; effectivement en supposant l'opération exacte, l'acide n'auroit pu donner cette quantité d'air, qui péseroit plus de 400 grains, ce qui feroit à-peu-près les deux tiers du poids du nitre. Il faut convenir d'ailleurs que les résultats de M. Fontana ont varié.

M. Berthollet a obtenu d'une once de nitre, 580 pouces d'air qu'il attribue à la décomposition de l'acide nitreux. Cet air étoit aussi mêlé d'air acide, principalement au commencement & à la fin de l'opération. On peut par conséquent à cause de cet air fixe supposer que ces 580 pouces pésent près de 300 grains. Ce seroit à-peu-près la moitié du poids du nitre. Aussi M. Berthollet est-il obligé de dire que

le nitre criſtalliſé ne contient pas autant d'eau de criſtalliſation que l'a ſuppoſé Bergman. Mais quand même il y auroit de l'erreur dans l'eſtimation de Bergman, elle ne ſauroit être auſſi conſidérable; car pour que le réſultat de M. Berthollet fût exact, il faudroit qu'il n'y eût point d'eau de criſtalliſation dans le nitre, ce qui ne peut pas ſe ſoutenir.

J'ai répété l'expérience avec beaucoup de ſoin; j'ai purifié & fait criſtalliſer du nitre, j'en ai enſuite mis une once dans une cornue de grès luttée, & j'ai diſtillé avec l'appareil propre à recevoir l'air; il a d'abord paſſé l'air des vaiſſeaux, enſuite a ſuccédé de l'air pur; une meſure de cet air & trois d'air nitreux ont donné un réſidu de 0,20.

J'en ai fait paſſer dans un flacon plein d'eau de chaux & renverſé dans un vaſe plein de la même eau, l'eau du flacon a été un peu troublée, ce qui y indique une petite portion d'air acide.

Enfin le feu continué quatre heures, j'ai retiré 372 pouces cubiques d'air pur. Le dernier laiſſoit un réſidu plus conſidérable que les autres eſſayés avec l'air nitreux; car une meſure & trois d'air nitreux ont donné dans différens eſſais 0,20, 0,25, 0,22.

Tout le nitre avoit néanmoins été décom-

posé, comme je m'en suis assuré ; aussi ai-je continué le feu avec la même force plus d'une heure après qu'il ne passoit plus d'air. Cet air a eu pendant toute l'opération une forte odeur d'acide nitreux & rougissoit le sirop de violettes ; par conséquent ce ne peut être un effet de l'air acide qui n'altère pas ce sirop : j'ai apperçu pendant toute l'opération à travers l'allonge de verre une couleur légèrement rutilante.

Secondement il y avoit une humidité sensible dans cette allonge, & j'ai même vu des gouttes d'eau au bec de la cornue. C'étoit sans doute l'eau de cristallisation qui pouvoit être impregnée de quelque portion d'acide.

Troisièmement une légère portion de nitre a été volatilisée au col de la cornue, & s'est fait appercevoir jusques dans l'allonge. Elle pouvoit aller à 10 ou 12 grains ; ce nitre avoit la saveur du nitre ordinaire, elle étoit seulement un peu plus piquante & acidule. J'ai versé dessus de l'acide vitriolique qui en a dégagé une légère odeur nitreuse sans vapeur rutilante.

Quatrièmement la cornue cassée j'ai trouvé une masse verdâtre très-caustique. Cette couleur étoit due sans doute au fer contenu dans la terre de la cornue ; car ce sel exposé à l'air s'est couvert d'une croute ocreuse. La portion que j'ai pu détacher de la cornue ne pesoit que trois gros,

Je ne puis estimer ce qui est demeuré, parce que la cornue en étoit pénétrée. J'ai mis une petite portion de cette matière sur des charbons ardens, elle n'a point fusé.

J'en ai mis dans l'eau distillée, tout ne s'est pas dissous; mais je n'ai point obtenu de nitre par l'évaporation, ce qui annonce que tout l'acide avoit été décomposé.

Enfin j'ai versé de l'acide vitriolique sur une autre portion de ce résidu. Il n'y a point eu d'effervescence ni dégagement d'air ou d'acide nitreux; l'acide ne l'a attaqué qu'avec peine, & a demeuré plusieurs jours à le dissoudre, il s'est précipité une terre blanche. C'est que l'alkali du nitre avoit attaqué la terre de la cornue & en avoit dissous une partie; cette dissolution alkaline de la terre silicée connue sous le nom de liqueur des cailloux, a été décomposée par l'acide vitriolique. Le nouveau sel neutre qui a résulté de l'union de l'acide vitriolique & de cet alkali, chargé d'une portion de la terre de la cornue, mis à cristalliser, a grimpé au haut du vase, & a formé sur ses bords extérieurs une jolie cristallisation en masses feuilletées qui paroissoient composées de petites écailles à peu-près semblables à celle du sel sédatif; ce sel a un goût acidule, & néanmoins s'effleurit un peu à l'air.

M. Prieflley ayant répété cette expérience en dernier lieu, a eu à-peu-près les même réfultats que moi.

On voit d'après cet expofé, qu'il eft on ne peut plus difficile d'apprécier d'une manière rigoureufe les réfultats de cette expérience. Il paroîtroit d'abord qu'il y a eu de l'alkali décompofé comme le fuppofe M. Fontana, puifque dans une once de nitre il doit y avoir moitié d'alkali, & que nous n'en avons pas trouvé trois gros, quoique cet alkali ait diffous une grande quantité de terre. Mais d'un autre côté une partie de l'alkali avoit pénétré la cornue. On ne peut donc eftimer exactement ces deux quantités.

Nous avons eu en fecond lieu beaucoup d'eau volatilifée. Cette eau n'eft pas fimplement celle de criftallifation ; il eft vraifemblable qu'elle contenoit de l'acide nitreux, peut-être une petite portion d'alkali, qui, comme l'on fait, fe volatilife au grand feu. Enfin elle peut auffi être chargée d'une portion de nitre non décompofé, puifque dans l'opération il en a été volatilifé ; on ne fauroit encore apprécier toutes ces quantités.

Mais l'obfervation la plus effentielle eft la difparition de l'air nitreux & la production de l'air impur & de l'air acide. On avoit dit d'a-

bord que l'air nitreux étoit tout changé en air pur. Mais cette conclusion ne sauroit se tirer de cette expérience, puisqu'on a & de l'air impur & de l'air acide, indépendamment de la portion de ce dernier qui est dissoute dans l'eau de la cuve; il doit encore s'en échapper une autre portion qui passe au travers de la cornue de grès, suivant l'observation de M. le duc de la Rochefoucaud. Ces airs impur & acide sont certainement des produits de la décomposition de l'air nitreux.

Il faut encore observer que pendant tout le tems de l'opération les airs obtenus avoient l'odeur nitreuse. Or cette portion d'acide nitreux doit provenir non-seulement d'une portion de l'acide volatilisé; mais encore plutôt d'une portion d'air nitreux dégagé qui se sera combiné avec de l'air pur.

Dans la combinaison de ces deux airs il y a toujours de l'air acide produit, comme nous l'avons vu. C'est donc une des causes de l'air acide que nous avons obtenu; ainsi l'air acide retiré de cette opération ne prouveroit pas qu'il fût un des principes de l'acide nitreux.

Mais la portion d'air impur produite est encore bien plus considérable que celle de l'air acide, puisque cet air mêlé avec l'air nitreux laisse un résidu assez considérable. Nous retrou-

vons donc dans l'opération même l'origine de ces deux espèce d'air qu'on obtient dans la distillation du nitre.

Enfin il paroit qu'une portion d'air nitreux se décompose dans l'opération, & passe soit à l'état d'air pur, soit à l'état d'air impur, soit peut-être à celui d'air acide, c'est-à-dire est réduite à ses premiers principes; car nous avons vu que ce sont là ses vrais principes. L'air nitreux agité dans l'eau perd toutes ses qualités & devient propre à être respiré. Il se pourroit donc que le feu produisît le même effet. M. Priestley assure bien qu'ayant tenu de l'air nitreux pendant 20 jours dans des tubes à une grande chaleur, il n'a éprouvé aucune altération. Cependant la même chose ne peut avoir lieu dans la distillation du nitre; car si tout l'air nitreux étoit dégagé en nature, il se combineroit avec tout l'air pur, & ils formeroient la même quantité d'acide qui existoit dans le nitre & qu'on retrouveroit dans l'eau de la cuve; il faut donc que l'air nitreux ait été décomposé en plus grande partie soit en air pur, soit dans les autres airs.

On peut conclure que cette opération est bien éloignée de la précision qu'on exige aujourd'hui dans les expériences, car nous avons plusieurs pertes qu'on ne sauroit apprécier;

1°. la portion de nitre qui est volatilisée sans être décomposée; 2°. la portion d'acide nitreux volatilisée; 3°. la portion d'air, sur-tout d'air acide qui a pu s'échapper à travers les vaisseaux; 4°. celle qui a pu être absorbée par l'eau de la cuve.

Ce sont ces pertes qui sont cause que nous n'avons pas obtenu en air le poids exact de l'acide qui entre dans le nitre; car les 372 pouces d'air dégagé ne pesent que 160 grains, tandis qu'il doit y avoir 190 grains d'acide dans une once de nitre. Au reste, cette expérience présente trop d'incertitude pour qu'on puisse espérer obtenir des résultats exacts.

J'ai répété cette expérience dans une cornue de verre bien luttée, j'y ai mis une once de nitre, & j'ai distillé. L'air des vaisseaux passé, celui qui a succédé étoit assez pur, car une mesure & trois d'air nitreux ont laissé pour résidu 0,22; j'en ai laissé remplir une cloche de trente pouces. Ayant substitué une autre cloche, je l'ai essayé de nouveau; une mesure & trois d'air nitreux ont donné 0,13; ainsi il étoit très-pur. J'en ai fait passer avec les mêmes précautions que ci-dessus dans un petit flacon plein d'eau de chaux. Le flacon reposé, il s'est formé une petite pellicule à la surface de l'eau de chaux. J'ai retiré 206 pouces d'air; & pour lors la cornue a fondu.

Pendant tout le tems de l'opération le col de la cornue a été rempli de vapeurs un peu rouges. L'air avoit toujours l'odeur d'acide nitreux; enfin il a été sublimé une petite quantité de nitre.

La cornue retirée du feu, je l'ai cassée, elle étoit toute boursouflée intérieurement, & remplie de grandes cavités.

L'alkali qui restoit étoit très-caustique; en ayant mis dans un verre & versé dessus de l'acide vitriolique, il y a eu effervescence & dégagement d'une vapeur nitreuse.

Cette expérience confirme la précédente, & fait voir qu'on ne sauroit en obtenir des résultats exacts.

Les sels nitreux métalliques présentent des phénomènes bien différents de ceux-ci. J'ai distillé dans des cornues de verre du nitre de mercure, du nitre d'argent, &c. la cornue dès les premiers coups de feu se remplit de vapeurs rouges très-rutilantes; il passe beaucoup d'air nitreux, & lorsque tout cet air est passé, si on interrompt l'opération, on ne trouve plus dans la cornue que des chaux métalliques; si on continue de presser le feu, il passe pour lors beaucoup d'air pur, & les chaux de mercure & d'argent sont révivifiées. Nous serons obligés de revenir ailleurs à ces expériences; ainsi nous

ne nous y arrêterons pas davantage ; mais nous avons encore beaucoup d'autres expériences qui confirment celle-ci. Je les supprime pour n'être pas trop long ; je me hâte d'arriver à celle de M. Cavendish.

Ce célèbre Physicien, à qui la théorie des airs doit beaucoup, a fait une des plus belles expériences, qui prouve bien que l'air pur & l'air impur sont un des principes de l'acide nitreux & par conséquent de l'air nitreux ; puisque nous savons, à n'en pas douter, que l'air nitreux & l'air pur forment l'acide nitreux.

Il a pris 7 parties d'air pur & 3 parties d'air impur qu'il a renfermées dans un tube qui plongeoit dans de l'alkali, & y a fait passer un grand nombre d'étincelles électriques. Les airs ont été diminués considérablement ; il a fait évaporer la liqueur cristallisée, il a obtenu $\frac{1}{2}$ grain d'un vrai nitre. Une aussi petite quantité étoit faite pour faire craindre quelque erreur si on ne connoissoit la grande exactitude de M. Cavendish.

Mais MM. Van-Troostwisk & Van-Marum viennent de répéter l'expérience, ils ont également pris 7 parties d'air pur & 3 parties d'air impur, qu'ils ont renfermées dans un tube plein d'eau & y ont fait passer un grand nombre d'étincelles électriques. Ils ont ensuite trempé un morceau de papier

papier dans la liqueur, & l'ont fait sécher; ils en trempèrent un autre morceau dans une dissolution de nitre; & les ayant fait brûler l'un & l'autre, ils observèrent qu'ils brûloient de la même façon. D'où ces célèbres Physiciens concluent qu'il y avoit eu de l'acide nitreux produit, comme l'avoit dit M. Cavendish.

Cette expérience a été tentée ailleurs inutilement; mais on ne peut la révoquer en doute.

M. Cavendish en a conclu que l'acide nitreux étoit composé seulement de 7 parties d'air pur & de 3 parties d'air impur. Ce sentiment de M. Cavendish a été embrassé par un grand nombre de Physiciens.

Je ne pense point que l'expérience de M. Cavendish détruise mon opinion. Il ne produit l'acide nitreux, qu'en faisant passer à travers ces deux airs un torrent de matière électrique. Or ce fluide, comme nous le verrons, est une espèce d'air inflammable. Il doit donc fournir quelque chose dans cette opération.

On prétend que le seul effet qu'il produise est de dépouiller ces airs de leur matière du feu, de les priver de leur état aériforme, & de les faire passer à l'état concret.

Il est difficile de concevoir que l'étincelle électrique qui peut enflammer l'esprit de vin, l'éther, &c. puisse ôter la matière du feu à ces

airs; en un mot, leur faire perdre l'état aériforme. Il paroîtroit bien plus naturel de dire qu'elle le leur donneroit s'ils l'avoient perdu. Avouons donc qu'elle ſe combine avec ces airs, & que c'eſt dans cette combinaiſon qu'ils perdent leur état aériforme.

Cette explication me ſemble bien plus conforme aux loix de la Phyſique, quand même nous n'aurions point d'autres faits pour l'appuyer. Mais nous avons apporté une multitude de preuves qui établiſſent que l'air inflammable ſe trouve dans l'air nitreux.

La formation de l'acide nitreux dans les nitrières, confirme encore ceci de plus en plus. Pour les établir on prend des terres végétales ou des craies imprégnées de parties animales ou végétales en putréfaction. On en fait des petits murs, & on y facilite des courans d'air atmoſphérique. Cet air atmoſphérique y apporte de l'air pur, & il ſe dégage des matières animales & végétales putréfiées, un air putride qui ſe combinant avec cet air pur, forme l'acide nitreux. Or nous verrons que cet air putride contient de l'air inflammable & de l'air acide. Il paroît donc que ces airs ſont néceſſaires à la formation de cet acide.

Une expérience de M. Lorgna démontre ceci d'une manière bien évidente. Il a pris une

terre végétale propre à la nitrification, qu'il a divisée en trois portions. Il en a lessivé une pour s'assurer qu'il n'y avoit point encore de nitre formé dans cette terre.

La seconde partie a été exposée avec les précautions convenables pour la nitrification; & effectivement, au bout de plusieurs mois l'ayant lessivée, il en retira du nitre.

Il chauffa légèrement la troisième partie pour en extraire tout l'air inflammable, & l'exposa ensuite, comme la seconde, pour être nitrifiée. Mais l'ayant lessivée dans le même tems, il n'obtint point de nitre.

Cette expérience ne laisse donc point de doute que l'air inflammable ne soit nécessaire pour la formation de l'acide nitreux, & effectivement si l'air pur & l'air impur suffisoient, l'air putride ne seroit point nécessaire. On n'auroit besoin que de celui de l'atmosphère qui contient de l'air pur & de l'air impur. Mais nous serons obligé de traiter ailleurs plus au long la même matière. Ainsi nous ne nous y arrêterons pas davantage.

Il paroît donc d'après tout ce que nous venons de dire, que l'air nitreux contient 1°. de l'air inflammable, 2°. de l'air pur, 3°. de l'air impur, 4°. peut-être de l'air acide, 5°. de l'eau,

6°. le principe de la chaleur. Mais d'où lui sont fournis tous ces principes?

L'air nitreux n'est jamais dégagé qu'en traitant par l'acide nitreux les corps qui contiennent de l'air inflammable, tels que les substances métalliques, le soufre, le phosphore, les huiles, &c. L'air inflammable est dégagé & passe sous forme d'air nitreux, parce qu'il est modifié par des principes nouveaux; car en même tems il y a une portion de l'acide décomposé.

J'ai fait dissoudre 100 grains de fil de cuivre rouge dans deux onces d'acide nitreux, qui donnoit à l'aréomètre 36; il a passé 48 pouces d'air nitreux. J'ai précipité la dissolution par l'alkali du tartre très-étendu d'eau. Il en a fallu 1780 grains. Le point de saturation est difficile à déterminer, parce que lorsqu'on en approche, le précipité est si abondant, qu'on ne peut s'assurer si l'alkali qu'on verse en produit un nouveau. J'aime donc mieux mettre un excès d'alkali, & prenant pour lors une petite portion de la liqueur, j'y verse quelques gouttes d'acide, & lorsqu'il y a effervescence, je suis sûr qu'il y a excès d'alkali. Je crois donc qu'il a fallu à peu près 1800 grains d'alkali pour précipiter tout le cuivre.

J'ai filtré la liqueur & ai ramassé le précipité

qui, bien deſſéché, peſoit 115 grains. Mais il en demeura ſur le filtre. On ne peut être aſſuré d'avoir parfaitement deſſéché. D'ailleurs il retient de l'air acide. Ainſi ce ne ſont que des approximations.

J'ai préféré le cuivre au mercure, parce qu'il faut employer, pour diſſoudre celui-ci, un acide plus concentré, ou aider la diſſolution par la chaleur, & dans les deux cas, il ſe volatiliſe trop d'acide.

J'ai pris enſuite la même quantité du même acide, que j'ai ſaturé avec le même alkali. Il en a fallu 2490 grains; c'eſt-à-dire, près de 700 grains de plus. D'où nous pouvons conclure qu'il y a eu environ un quart d'acide décompoſé dans la diſſolution du cuivre.

Une partie de cet acide s'eſt unie à la chaux de cuivre. Mais une autre partie a paſſé avec l'air inflammable pour former l'air nitreux. C'eſt lui qui a fourni la portion d'air pur, d'air phlogiſtiqué & peut-être d'air acide, qui ſont néceſſaires à la formation de l'air nitreux. Le principe de la chaleur qui ſe dégage dans l'opération s'y combine également.

On pourroit dire qu'une portion d'air nitreux eſt dûe à cette portion de l'acide décompoſé. Mais nous verrons que l'acide nitreux, en ſe décompoſant par tout autre intermède que

celui des corps qui contiennent de l'air inflammable ne donne jamais d'air nitreux. Cependant, il feroit peut-être poffible que cela eût lieu.

Mais tout l'air nitreux ne viendroit-il point de la décompofition de l'acide ? C'eft ce qu'on a avancé. L'acide, dit-on, fe décompofe, fournit fon air pur à la chaux métallique, au foufre, au phofphore, au fucre, &c. & fon air nitreux fe dégage. Ainfi, fuivant cette opinion, tout l'air nitreux vient de l'acide décompofé, & nullement des autres corps.

Cette objection me paroît plus fpécieufe que fondée. Car fi tout l'air nitreux venoit de la décompofition de l'acide, que deviendroit donc l'air inflammable du fucre, de l'huile ? Je cite ces corps, parce qu'on y admet l'air inflammable. Il faut donc abfolument reconnoître qu'il fe trouve dans l'air nitreux. J'en dis autant du phofphore, du foufre, des métaux, &c. qui, traités avec l'acide nitreux, donnent également de l'air nitreux.

Et ce qui confirme ceci, c'eft que l'acide nitreux ne donne jamais d'air nitreux, qu'avec les corps qui contiennent de l'air inflammable. Lorfqu'on verfe de l'acide nitreux fur les alkalis aérés, la craie, le marbre, &c. il ne fe dégage que de l'air acide, mais point d'air nitreux. Le

charbon peut être amené au point de ne plus donner d'air nitreux.

Enfin, nous avons vu que l'acide nitreux blanc paſſe à l'état d'acide coloré & fumant, en abſorbant beaucoup d'air nitreux. Or, on rend auſſi fumant l'acide nitreux blanc en le diſtillant avec des corps qui contiennent de l'air inflammable.

Mais, dit-on, l'acide nitreux eſt composé d'air pur & d'air nitreux, Il eſt décomposé dans ces opérations. Son air pur eſt abſorbé. Son air nitreux doit donc être libre & ſe dégager.

Je réponds que l'acide nitreux, en ſe décompoſant par tout autre procédé que par l'intermède des corps qui contiennent de l'air inflammable, ne donne point d'air nitreux. Lorſqu'on diſtille le nitre, l'acide ſe décompoſe, & cependant on n'obtient que de l'air pur mêlé d'air impur, &c.; mais point ou preſque point d'air nitreux, tandis qu'en décompoſant les ſels nitreux métalliques, on a beaucoup d'air nitreux.

Cherchons à déterminer la quantité des différens airs contenus dans l'air nitreux.

D'après l'expérience de M. Cavendish, ſept parties d'air pur & trois d'air impur, ou 14 d'air pur & 6 d'air impur, peuvent former de l'acide nitreux, en y faiſant paſſer l'étincelle

électrique. Mais d'après mes expériences il faut une partie d'air pur & trois d'air nitreux. Il faut donc sur les 20 parties en ôter 5 d'air pur. Ainsi il restera 9 parties d'air pur contre 6 d'air impur, qui formeront l'air nitreux, en supposant que M. Cavendish eût employé les justes proportions. C'est ce que nous ne pouvons pas conclure de son expérience. Mais n'en ayant pas de plus exactes, nous nous en tiendrons à celle-là, jusqu'à ce que nous ayons fait des travaux ultérieurs.

Quant à la portion de principe inflammable ou air inflammable qu'aura pu fournir le fluide électrique, nous n'avons aucun moyen de la déterminer, non plus que le principe de la chaleur, l'eau & la portion d'air acide en supposant qu'il y en entre. Mais nous serons obligés de revenir sur tous ces objets, en parlant des acides.



DU FLUIDE ÉLECTRIQUE.

ON a de la peine à concevoir que l'électricité, qui est un des grands agens de la nature, n'ait été qu'apperçue par les Anciens, qui d'ailleurs étoient si instruits. Au moins n'ont-ils parlé que de l'électricité de l'ambre jaune ou succin, & encore très-légèrement.

Les travaux des Physiciens modernes, qui, depuis un demi-siècle, s'en sont singulièrement occupés, ont fait voir qu'un grand nombre de phénomènes, qui jusqu'alors avoient été inexplicables, dépendent de cette cause. Les feux Saint-Elme, les éclairs, la foudre, les aurores boréales, &c. ne sont que des effets variés du fluide électrique. Mais la nature de ce fluide est encore parfaitement ignorée. C'est au Chimiste à chercher à la déterminer, & à la rapprocher des autres fluides connus.

La matière électrique se trouve dans tous les corps, puisque tous peuvent devenir électriques, soit par frottement, soit par communication. Elle ne paroît qu'interposée dans leurs pores; car un corps ne perd rien par l'électricité. Je ne parle pas des corps organisés, dont l'électricité augmente les forces vitales. Mais,

une verge de métal, par exemple, un globe de verre, une glace, &c. seroient électrisés des siècles sans en souffrir aucune déperdition, excepté celle que pourroit leur occasioner le frottement.

Ce fluide est de la plus grande subtilité, & néanmoins agit avec une grande énergie; car il traverse facilement la plupart des corps, même les plus durs, & les brise avec effort. On perce une carte, un carton, avec l'étincelle électrique. M. Van-Marum a partagé en deux, par le moyen d'une étincelle électrique, un petit cylindre de bois, & il estime cet effort à 10,040 livres. La foudre éclate les plus grands blocs de pierre, &c. Dans l'expérience de Leyde, un nombre indéterminé de personnes peut recevoir la commotion. Toutes l'éprouvent au même moment & dans presque toutes les parties du corps.

Cependant le célèbre Francklin pense qu'il est des substances qui sont imperméables à la matière électrique. Il croit qu'elle ne sauroit traverser le verre, dont une des surfaces ne se charge positivement qu'autant que l'autre surface perd de son électricité naturelle, & est électrisée négativement. M. Æpinus ne regarde pas le verre comme tout-à-fait imperméable à la matière électrique. Il dit qu'elle ne le traverse qu'avec beaucoup de peine.

Quoi qu'il en soit, il suit de cette observation de M. Francklin, un autre fait qui n'est pas moins intéressant. C'est que tous les corps sont dans un état habituel d'électricité; car pour qu'un corps puisse être électrisé négativement, ou perdre de son électricité, il faut qu'il ne soit jamais sans électricité.

Le mouvement du fluide électrique est d'une vitesse qu'on ne sauroit apprétier. Sans doute il n'est pas instantané. Mais peut-être est-il aussi prompt que celui de la lumière qu'on n'a pu déterminer que par l'observation des éclipses des satellites de Jupiter, parce que les distances sur la terre ne sont pas assez considérables. Au moins un nombre quelconque de personnes faisant la chaîne dans l'expérience de Leyde, toutes éprouvent la commotion au même moment, sans qu'on puisse appercevoir aucune succession. On a multiplié les distances par des fils de métal de 2000 toises de longueur, & les personnes placées aux extrémités, ont reçu la commotion au même instant.

La matière électrique brille comme la lumière, comme un corps scintillant, & on ne sauroit douter que l'étincelle électrique ne soit une vraie scintillation, une vraie combustion.

Car elle enflamme un mélange d'air inflammable & d'air pur. Or il n'y a que les corps

actuellement enflammés qui puissent allumer l'air inflammable. Un charbon ardent ne sauroit lui faire prendre flamme. J'ai plongé très-souvent des charbons ardens dans un mélange d'air inflammable & d'air commun, sans qu'il y ait eu inflammation, pourvu que le charbon lui-même ne donne pas de la flamme. L'esprit de vin est également allumé par l'étincelle électrique, & ne l'est point par un charbon ardent. La foudre met le feu au bois, aux toîts des édifices, &c.

L'étincelle électrique est donc une véritable flamme, une substance vraiment allumée, & qui ne diffère point des autres corps enflammés.

Effectivement, l'étincelle électrique absorbe l'air, comme le fait tout corps en combustion, & le dénature. M. Priestley ayant enfermé de l'air commun dans des tubes d'une à deux lignes de diamètre, qui plongeoient dans différentes liqueurs, & par le moyen de petits conducteurs mastiqués à la partie supérieure du tube y ayant fait passer des torrens d'étincelles électriques, observa qu'il y avoit une absorption considérable. Les tubes reposant sur l'eau de chaux, la teinture de tournesol, les alkalis caustiques, &c. ceux-là sont aérés, celle-ci est précipitée, & le tournesol a rougi. Ces effets ne peuvent reconnoître pour cause que l'air acide.

Il est vrai que cette expérience n'a pas toujours donné les mêmes résultats. Nous avons vu que M. Cavendish, en la répétant a obtenu de l'acide nitreux, & non pas de l'air acide; ce qui fait présumer que dans celle de M. Priestley il y a eu quelques petites portions de matière végétale ou animale qui auront été brûlées par l'étincelle, & auront donné une petite portion d'air acide.

Le fluide électrique peut aussi fondre les métaux, les calciner & les vitrifier. L'or lui-même qu'on ne peut calciner par les feux ordinaires, l'est par une forte décharge électrique, & se trouve réduit en chaux purpurine.

Mais ce qui paroîtroit d'abord contradictoire, c'est que la même décharge électrique peut révivifier certaines chaux métalliques, comme l'ont observé le pere Beccaria, le comte de Milly & beaucoup d'autres Physiciens. Du minium exposé entre deux plateaux, à une forte décharge, se trouve révivifié au point qu'on voit des grenailles de plomb; mais le feu de nos foyers produit le même effet sur les chaux métalliques qui se révivifient sans addition, telles que celles d'or, d'argent, de mercure, de plomb, &c.

L'étincelle électrique dans un air raréfié, s'étend & perd de sa force; mais dans un vide

parfait, elle disparoît & se comporte comme les autres corps combustibles, qui ne peuvent brûler sans l'accès de l'air. Je l'avois déjà dit; M. Morgan vient de le confirmer. Ayant fait un vide parfait dans un tube, par le moyen du mercure, il n'a pu y produire aucune électricité. Cependant, il faut convenir qu'il faut beaucoup moins d'air pour l'étincelle électrique que pour tout autre corps en combustion, & qu'elle subsiste où nul autre corps ne pourroit brûler; car dans les baromètres ordinaires, en balançant le mercure, on apperçoit une lumière électrique au haut du tube, où le vide est presque parfait.

Enfin ce fluide est sensible au tact & à l'odorat. En approchant d'un corps électrisé, on éprouve la sensation d'un corps léger qui flotteroit dans l'air, tel qu'une gaze, une toile d'araignée, & on est frappé vivement d'une odeur qui approche de celle du phosphore.

De tous ces faits nous pouvons conclure que le fluide électrique a quelques-unes des qualités du feu du fluide lumineux, mais ne les a pas toutes. Il donne une flamme vive, brûle & consume les corps les plus durs, révivifie les chaux métalliques ou les calcine, se communique avec la même promptitude que la lumière, &c.

Mais, d'un autre côté, il a des propriétés

entièrement opposées à celles du fluide lumineux. Il est sensible au tact, il a de l'odeur, il absorbe l'air, &c. Il peut allumer l'air inflammable, l'esprit de vin, & tous les corps combustibles, &c. Il ne traverse pas le verre ou au moins ne le traverse que difficilement, &c. Aucune de ces qualités ne sauroit convenir au feu élémentaire, à la lumière pure, &c. Il en différera donc réellement.

Ces qualités du fluide électrique le rapprochent jusqu'à un certain point de l'air inflammable. Nous avons vu qu'il n'y a que cet air qui puisse donner de la flamme, lorsqu'il est mêlé avec l'air pur. Or, l'étincelle électrique est une vraie flamme; elle est donc produite par de l'air inflammable. Plusieurs autres faits concourent à établir la même identité.

Le fluide électrique détonne avec force. Les étincelles que nous tirons par le moyen de nos machines, sont souvent assez bruyantes; mais ce bruit n'est rien en comparaison de la détonation effrayante du tonnere, qu'il n'est plus permis de regarder que comme un phénomène électrique. Or, il n'y a que l'inflammation de l'air inflammable mêlé avec l'air pur, qui produise de semblable détonation, & on ne peut pas soupçonner une quantité sensible d'air inflammable dans un nuage électrique.

L'abſorption de l'air par le moyen de l'étincelle électrique, confirme encore la même opinion ; car nous avons vu que dans la combuſtion de l'air inflammable & de l'air pur, il y a toujours une abſorption conſidérable des airs.

Enfin l'étincelle électrique révivifie les chaux métalliques. Si quelquefois elle les calcine, c'eſt lorſque la chaleur eſt trop vive. Le feu de nos foyers préſente le même phénomène. Or il n'y a que l'air inflammable qui puiſſe opérer ces révivifications.

Tout prouve donc la plus grande analogie entre le fluide électrique & l'air inflammable. Celui-ci a aſſez de conſiſtance pour être ſenſible au tact. Il eſt aſſez groſſier pour ne pouvoir traverſer le verre, ou ne le traverſe que difficilement. Enfin, il a toujours de l'odeur ; mais l'odeur particulière du fluide électrique le diſtinguera de toutes les autres eſpèces d'air inflammable.

Cette analogie entre le fluide électrique & l'air inflammable, commence à être reconnue par nos bons Phyſiciens. M. de Sauſſure, dans le ſecond volume de ſon Voyage dans les Alpes, l'admet ; & il me marquoit qu'il penſoit comme moi à cet égard. M. l'abbé Haüy eſt auſſi du même avis.

Il reſte à ſavoir comment ce fluide électrique eſt

est produit; car, quoiqu'il y en ait toujours une grande quantité dans la masse du globe & dans tous les corps qui y sont contenus, je pense qu'il s'en produit cependant journellement, de même qu'il s'en décompose sans cesse; car nous ne saurions douter que dans toutes les détonations & fulminations, il n'y ait une grande quantité de fluide électrique décomposé. Il faut donc qu'il s'en forme de nouveau pour entretenir la même masse à peu près que celle qui subsiste.

Nous avons vu qu'il ne paroît pas que le fluide électrique fasse partie des corps, puisqu'ils ne perdent rien en les électrisant. Il doit donc seulement être interposé dans leurs pores. Tous les corps en contiennent habituellement une certaine quantité. Chacun a son *électricité spécifique*, comme il a sa chaleur spécifique; mais cette quantité de l'un & de l'autre de ces fluides peut être augmentée, & elle l'est souvent. C'est ce qu'on appelle échauffer ou électriser un corps.

On électrise & on échauffe les corps par frottement; il en est néanmoins qui paroissent peu susceptibles de s'électriser & de s'échauffer de cette manière (quoiqu'il n'en soit peut-être aucun qui ne puisse acquérir de l'électricité ou de la chaleur par ce procédé). Mais cette

électricité & cette chaleur leur sont transmises facilement par communication.

Que peut faire ce frottement sur un corps ? y exciter des oscillations, des vibrations analogues à celles qui produisent les sons & la lumière, excepté qu'elles sont moins fortes. Ces oscillations ne pouvant produire la lumière mettront au moins en mouvement le fluide lumineux, ou la matière de la chaleur libre, qui pénètre tous les corps, les baigne & en remplit tous les pores. Ce fluide, ainsi mis en mouvement, s'unira à l'air pur, & formera dans cette circonstance un véritable air inflammable, mais beaucoup plus pur que l'air inflammable ordinaire, parce qu'il ne sera pas chargé de tous les corps étrangers qui altèrent toujours celui-ci. Ce nouvel air inflammable formera le fluide électrique qui sera sensible au tact, aura son odeur particulière, &c.

Lorsque l'électricité sera forte, c'est-à-dire, qu'il y aura un mouvement assez considérable dans ce fluide, il prendra feu & s'enflammera, comme lorsqu'on frotte avec force deux corps combustibles, tels que du bois. Ces bois s'échauffent assez pour enflammer leur air inflammable.

L'électricité habituelle des corps pourra dépendre en partie de la même cause. Ils ont

tous un mouvement continuel d'oscillation, produit par la condensation & la dilatation alternatives, qu'occasionne la vicissitude continuelle du froid & du chaud, comme on le voit dans les thermomètres très-sensibles. Ces oscillations produiront le même effet que le frottement, & tiendront ces corps dans un état habituel d'une électricité plus ou moins considérable.

Ce fluide, comme celui de la chaleur, cherchera toujours à se mettre en équilibre. Il se distribuera donc en quantité égale dans chaque corps en raison de leur nature; je dis en raison de leur nature, parce qu'il est des corps qui ont une plus grande affinité avec ce fluide que d'autres; & qui par conséquent ont une *électricité spécifique* plus considérable. On pourroit en former des tables, comme on en a formé pour la chaleur spécifique, la pesanteur spécifique, &c.

Je vais en donner ici un essai. Je publierai ailleurs les expériences que j'ai faites à cet égard.

Table de l'électricité spécifique des corps.

L'eau,
Les métaux,
Les animaux,
Les végétaux, &c.

Le fluide électrique ne sera donc, dans cette hypothèse, que le feu, le fluide lumineux, ou peut-être la matière de la chaleur en grand mouvement, & qui se combine avec une portion d'air pur, pour produire de l'air inflammable.

Tout mouvement du fluide lumineux, ou de la matière de la chaleur, ne sera pas suffisant pour exciter de l'électricité, puisque la lumière seule n'en produit pas, ou au moins très-peu. Ce sera un mouvement particulier que nous ignorons.

Aucun de ces mouvemens premiers des corps ne peut tomber sous nos sens, ou plutôt leur nature nous est inconnue. Nous ignorons la différence qu'il y a entre les mouvemens qui produisent telles couleurs ou telles autres, telles saveurs, telle odeur, tel son, &c. Nos connoissances ne sont pas encore assez avancées pour les déterminer. Car il ne faut pas croire que ces mouvemens ne varient que par l'intensité seule.

Supposons, par exemple, deux objets, l'un rouge & l'autre bleu, également éclairés : qu'on les change ensuite de place, & qu'on fasse tomber alternativement sur l'un une grande masse de lumière, & peu sur l'autre, leurs couleurs ne changeront pas. Ce sont ces grands

phénomènes qu'il ne faut jamais oublier dans l'explication des faits de la nature.

J'ai dit que la lumière du soleil ne produit que peu d'électricité. Elle en produit cependant, puisqu'il paroît que l'électricité de l'atmosphère est constamment plus forte le jour que la nuit; c'est ce qu'on a observé par le moyen des cerfs-volans construits pour cet objet.

M. Toaldo a observé que l'électricité de l'atmosphère étoit presque nulle la nuit; d'où il conclud que l'électricité de l'air est due principalement aux frottemens qu'éprouvent les rayons de lumière en passant dans l'atmosphère.

On demandera peut-être comment ce fluide électrique, si nous le disons composé de feu & d'air sous forme d'air inflammable, peut avoir assez de subtilité pour présenter la plupart des phénomènes de la lumière. Nous ne pouvons pas satisfaire pleinement à cette question. Mais nous avons vu que l'air uni au feu sous forme de matière de la chaleur, jouissoit d'une grande ténuité, pouvoit traverser les vaisseaux, &c. Peut-être, dans cette circonstance, sa subtilité sera encore plus considérable, & pourra satisfaire à tous les phénomènes.

Telles sont les conjectures que peuvent faire naître les faits que présente le fluide électrique. Elles ne sont pas démontrées; mais elles sont

conformes aux analogies que nous pouvons tirer des expériences connues.

On pourroit peut-être étendre cette hypothèse jusqu'au fluide magnétique, qui a tant de rapports avec le fluide électrique. Celui-ci ne seroit donc également qu'une combinaison du feu principe, de l'élément de la lumière avec l'air : & un corps aimanté sera comme dans un état permanent d'électricité qui tiendra ce fluide dans un mouvement continuel.



DE L'AIR INFLAMMABLE PHOSPHORIQUE.

M. GENGEMBRE ayant mis en digestion du phosphore avec de l'alkali fixe caustique, apperçut au bout de quelques heures une multitude de bulles très-petites qui se formoient à la surface du phosphore. Alors il expofa le vaisseau à une chaleur de 35 à 40 degrés pour accélérer l'action de l'alkali. A peine le phosphore fût-il fondu, qu'il s'en dégagea une odeur fétide qu'il compare à celle du poisson pourri, & une quantité assez considérable d'un air particulier, qui s'enflammoit de lui-même & avec explosion, aussi-tôt qu'il avoit le contact de l'air atmosphérique. C'est l'air inflammable phosphorique.

Les deux alkalis fixes à l'état de causticité, dégagent du phosphore le même air inflammable. L'alkali volatil caustique & le lait de chaux produisent le même effet, mais leur action est plus lente.

M. Gengembre estime le poids du pouce cubique de cet air 0,8 de grain ; c'est-à-dire, qu'un pied cubique péseroit 1482 grains.

Quoique la chaleur aide le dégagement de

cet air, elle n'est cependant pas nécessaire. J'ai mis dans un flacon de 12 pouces 15 grains de phosphore coupé en petits morceaux, & 30 grains de pierre à cautère, avec une once d'eau distillée. Le flacon étoit légèrement bouché. Au bout de huit à dix heures, il se fit une vive explosion, & le bouchon fut jeté bien loin.

Mais pour avoir une plus grande quantité de cet air, j'ai mis dans un petit matras, dont le col étoit recourbé, du phosphore avec de la pierre à cautère, en y ajoutant un peu d'eau distillée. Le phosphore noircit bientôt. Je laissai le matras exposé à une très-douce chaleur pendant quelques heures. Il s'exhala une odeur fétide, mais qui me parut analogue à celle de l'air inflammable & de l'acide phosphorique, c'est-à-dire, de l'ail, excepté qu'elle est plus fétide. On sait que c'est l'odeur de l'acide phosphorique, ou du phosphore brûlé. Je chauffai ensuite le matras au feu de lampe jusqu'à faire bouillir la liqueur, ayant introduit auparavant le col du matras sous une cloche pleine de mercure. Le phosphore parut dissous. Dans les premiers momens que la liqueur fut échauffée, il passa un air qui ne prit pas feu, mais colora en verd la flamme d'un papier allumé que j'y plongeai. Le feu continué, il se

dégagea ensuite un véritable air inflammable phosphorique, qui détonoit lorsqu'on en approchoit une bougie allumée. On voyoit même dans le petit matras cet air donner des petites flammes à mesure qu'il se dégageoit.

Les chaux métalliques peuvent également dégager cet air du phosphore. J'ai bien calciné de la litharge, & j'en ai mis avec du phosphore dans un matras. J'ai fait chauffer. Il s'est dégagé une grande quantité d'air qui brûloit au contact de l'air atmosphérique, mais sans une forte détonation. L'odeur étoit la même que lorsqu'on emploie les alkalis caustiques ou la chaux.

Si dans de l'air inflammable phosphorique reçu sur le mercure, on fait passer de l'air atmosphérique en petite quantité, ou de l'air pur, chaque bulle d'air qui y entre produit une petite flamme. Cependant tout ne s'enflamme pas sans doute par défaut d'air pur.

J'avois 12 pouces d'air inflammable phosphorique dans une cloche reposant sur le mercure dégagé par le moyen de la pierre à cautère. J'y ai fait passer peu à peu demi-pouce d'air pur, il s'est fait de petites détonations; mais ces détonations cessèrent, quoique je continuai d'y faire passer de l'air. Je renversai

pour lors la cloche & en approchai une bougie allumée; il y eut une vive explosion.

Cette expérience, que j'ai répétée plusieurs fois, prouve qu'on peut obtenir de l'air inflammable phosphorique qui ne détone point par le seul contact de l'air pur, & qui détonera si on en approche une bougie allumée. Cette expérience jettera un grand jour sur la nature de cet air.

Les premières portions de cet air qui se dégagent, présentent le plus souvent le même phénomène. Elles ne s'enflamment point par le contact de l'air pur, quoiqu'elles soient capables de détoner à l'approche d'une bougie allumée; qu'elles aient l'odeur de l'air phosphorique, &c. d'où nous devons conclure que la qualité de s'allumer, au contact de l'air pur ou de l'air atmosphérique, n'est pas essentielle à cet air.

L'eau absorbe cet air. Mais dans l'instant qu'il est en contact avec elle, il se forme un nuage blanc qui disparoît bientôt. Ce nuage est produit par la combustion d'une petite portion de cet air. On sait que lorsqu'il y a du phosphore dans un flacon qui n'est pas entièrement plein d'eau, & qu'en l'agitant il vient à toucher l'air, il y a une petite combustion & le flacon

est rempli d'un nuage blanc qui se dissipe lorsque la combustion est finie. La portion d'air pur contenu dans l'eau, produit ici le même effet, & opère une combustion d'une petite portion de phosphore contenu dans cet air. C'est ce qui occasionne le nuage. Pour m'assurer que c'en étoit la véritable cause, j'ai répété l'expérience avec de l'eau dépouillée de son air par l'ébullition. Le nuage n'a pas paru. L'air a cependant été absorbé.

L'eau imprégnée de cet air rougit l'infusion de tournesol, cause un léger nuage dans l'eau de chaux, ce qui indique qu'elle contient de l'acide phosphorique.

Elle précipite en noir les dissolutions nitreuses d'argent, de mercure, de bismuth, &c. Il y a ici un double effet. J'ai versé de l'acide phosphorique dans la dissolution nitreuse de mercure, qui a été précipitée en blanc, celle d'argent a été précipitée en gris blanc. Mais l'air inflammable qui se trouve ici noircit aussitôt ces précipités, comme le précipité de la dissolution nitreuse d'argent produit par l'acide marin, est noirci dès qu'on le met en contact avec l'air inflammable.

Le sublimé corrosif est aussi décomposé par cette eau & précipité en jaune. Mais nous allons rechercher quelle peut être la nature de cet air,

M. Gengembre regarde l'air inflammable phosphorique comme un air inflammable qui tient du phosphore en dissolution. Cet air, suivant lui, provient de la décomposition de l'eau.

Mais j'ai fait voir (1) que rien ne prouve que l'eau soit ici décomposée. Car le phosphore se conserve dans l'eau sans la décomposer. L'eau bouillante le fond, mais n'est point décomposée. Les alkalis, les chaux calcaires & métalliques ne décomposent point non plus l'eau. Comment le feroit-elle par le mélange du phosphore & de ces mêmes substances ? On peut donc regarder cette décomposition de l'eau comme une supposition qui n'est point prouvée. Mais le phosphore & l'air inflammable font-ils la base de cet air ?

En admettant l'opinion de Schéele sur la nature de l'air inflammable sulfureux, on pourroit dire que celui-ci est également composé de phospore, de phlogistique & de la matière de la chaleur. Mais si cet air ne contenoit que du phosphore & du phlogistique tenus en expansion par la matière de la chaleur, il brûleroit tout entier par le contact de l'air pur. Or nous avons vu qu'en faisant passer peu à peu de l'air

(1) Journal de Physique.

pur dans cet air, on a d'abord de petites fulgurations, mais on arrive à un point où elles cessent; & si on approche pour lors de cet air une bougie allumée, il s'enflamme avec explosion. Cet air contient donc autre chose que du phosphore.

Je regarde donc l'air phosphorique comme composé d'air inflammable, d'acide phosphorique & d'une portion de phosphore, avec une grande quantité de matière de la chaleur. Les alkalis, les chaux calcaires & métalliques décomposent le phosphore, comme ils décomposent le soufre. Son acide est réduit à l'état d'acide phosphorique phlogistiqué, ou avec excès d'air inflammable, comme l'acide vitriolique est réduit à l'état d'acide sulfureux, & l'air inflammable se dégage & emporte avec lui une portion de cet acide volatil, plus une portion de phosphore non décomposé. C'est ce que les expériences que nous avons rapportées me paroissent démontrer.

On ne sauroit y méconnoître l'air inflammable. Car cet air détone avec éclat. Or il n'y a que l'air inflammable qui détone avec l'air pur. Le phosphore y brûle sans détonation.

Mais, comme tous les airs inflammables que nous avons déjà vus, celui-ci contient le plus souvent une portion des corps dont on l'a

extrait. Il volatilisera donc une partie du phosphore. C'est ce phosphore qui, réduit en vapeurs, prend feu dès qu'il est en contact avec l'air pur, ou l'air atmosphérique, & il enflamme l'air inflammable qui détone à l'ordinaire. Mais cette portion de phosphore ne lui est point essentielle, puisqu'on peut obtenir, comme nous l'avons vu, de l'air inflammable phosphorique; qui ne détone point par le contact de l'air pur ou de l'air atmosphérique.

L'air phosphorique n'est cependant pas de l'air inflammable pur; comme l'annoncent son odeur & ses autres qualités. Il volatilise toujours une portion d'acide phosphorique qui lui est essentielle, & lui donne des qualités différentes de celles de l'air inflammable ordinaire. C'est cet acide qui colore en verd la flamme d'un papier qu'on y plonge. On sait que c'est le propre de cet acide; tandis que le phosphore lui-même donne une flamme blanche. L'odeur de cet air y indique aussi l'acide phosphorique. Car il a l'odeur d'ail, qui est celle du phosphore en combustion. Mais cet acide & cet air inflammable, sont dans un état particulier de combinaison qu'ils doivent à la matière de la chaleur, laquelle leur est fournie par les substances qui le dégagent, savoir, les chaux, les alkalis, &c.

L'eau qui a absorbé cet air rougit le suc de tournesol, précipite la dissolution nitreuse d'argent, celle de mercure, celle de bismuth, &c. ce qui y annonce l'acide phosphorique.

Le résidu contient des sels phosphoriques, suivant la base qu'on a employée. C'est donc une nouvelle preuve que le phosphore a été décomposé.

Les alkalis caustiques, les chaux calcaires & métalliques décomposent donc le phosphore. Elles s'unissent à son acide, & en dégagent l'air inflammable, qui, en se volatilisant emporte avec lui une portion de l'acide & une de phosphore. Celui-ci s'enflamme au contact de l'air pur, & fait prendre feu à l'air inflammable, qui pour lors détone à son ordinaire.

Mais le phosphore qui se trouve volatilisé en nature dans l'air inflammable phosphorique ne lui est point essentiel. Car on peut avoir de cet air, qui ne s'enflamme point lorsqu'il est mêlé avec l'air pur, & qui par conséquent ne contient point de phosphore en nature. Cependant, ce même air est capable de s'enflammer à l'approche d'une bougie allumée. Il contient donc de l'air inflammable & point de phosphore. C'est donc l'acide phosphorique & non le phosphore, qui donne à cet air inflammable les qualités que nous lui avons vues.

Ici l'air inflammable & l'acide phoſphorique ſont dans un état particulier de combinaiſon. Mais nous ne nous étendons pas davantage ſur cet air dont nous aurons occaſion de parler dans le Chapitre ſuivant.

Sa propriété de s'enflammer ſeul au contact de l'air extérieur m'a fait ſoupçonner que c'étoit lui qui produiſoit les inflammations ſpontanées qu'on obſerve en différens endroits, par exemple, dans les cimetières, dans les lieux où il y a beaucoup de matières animales enfouies, dans les fontaines brûlantes, &c.



DE

DE L'AIR INFLAMMABLE SULFUREUX

(ou *de l'Air Hépatique*).

TOUS les Chimistes qui avoient travaillé sur les combinaisons du soufre avec les alkalis ou les chaux calcaires & métalliques, s'étoient apperçus qu'en y versant des acides, il s'en exhaloit une vapeur très-puante. Meyer l'avoit particulièrement observé & avoit vu qu'elle pouvoit s'enflammer. Rouelle le jeune l'enflamma également, & en constata un grand nombre de propriétés.

Cette espèce d'air fut ensuite examinée avec beaucoup plus de soin, par Schéele, qui l'appela air puant du soufre. Bergman, qui s'en est également occupé, l'a nommé air *hépatique*, parce qu'on le dégage ordinairement en versant un acide sur du foie de soufre ou hépar; & tous les Chimistes s'en sont tenus à cette dénomination jusqu'à ce moment. Mais je préfère de lui donner le nom d'air inflammable sulfureux, ou sulfuro-inflammable, parce que c'est un air inflammable qui provient du soufre,

& qu'il contient de l'acide sulfureux & du soufre. Nous allons maintenant en examiner les propriétées, qui sont :

Cet air tue les animaux, qui ne sauroient y vivre un instant.

Il ne peut entretenir la combustion, & les bougies allumées s'y éteignent.

Mêlangé avec l'air commun ou l'air pur, il s'enflamme & détone, si on en approche un corps allumé. Il paroît cependant moins combustible que les autres airs inflammables, car M. Senebier n'a pas pu l'enflammer avec l'étincelle électrique.

Cet air rougit toujours le suc de tournesol, ainsi que Bergman l'a observé.

De l'eau distillée & bien bouillie qui avoit absorbé de cet air versé dans l'eau de chaux, l'a troublé. Au bout d'un certain tems, il y a un précipité, mais qui n'est autre chose que de la sélénite, ou vitriol calcaire.

L'air inflammable sulfureux agit sur les métaux d'une manière encore plus marquée que l'air inflammable. Le mercure sur lequel l'air hépatique a reposé se couvre d'iris, noircit, souvent se boursoufle & est changé en éthiops. L'argent noircit promptement, ou plutôt prend la couleur d'un gris foncé, l'or devient aussi d'un brun noir, &c.

Son action est aussi très-sensible sur les chaux métalliques. J'ai exposé sous une cloche pleine d'air hépatique, des chaux d'argent, de bismuth, de mercure. Elles sont devenues noires encore plus que lorsqu'elles sont exposées à l'air inflammable; la litharge, les chaux de fer éprouvent la même altération par cet air.

J'ai fait absorber cet air par de l'eau distillée. J'y ai versé de la dissolution nitreuse de mercure, qui a été précipitée en brun. Celle d'argent l'a été de la même couleur.

On a cru que cet air agissoit ainsi par la portion de soufre qu'il contient souvent, & que pour lors il opéroit une véritable minéralisation. Mais ce qui prouve le contraire, c'est que 1°. cet air a une action très-marquée sur l'or. Or nous savons que l'or n'est jamais minéralisé par le soufre. 2°. Lorsqu'un métal est minéralisé par le soufre comme dans les pyrites, en le dissolvant dans l'acide nitreux, on voit le soufre nager sur la dissolution, & on l'obtient sous sa forme naturelle. Or, j'ai versé de l'acide nitreux sur la chaux d'argent colorée par cet air, & je n'ai point obtenu de soufre. Il paroît donc qu'il n'y en avoit point. 3°. Enfin, les airs inflammables les plus purs noircissent également les chaux d'argent. 4°. Nous venons de voir, dans le Chapitre précédent, que l'air inflam-

mable phosphorique a la même propriété de noircir beaucoup de chaux métalliques. Nous pouvons donc conclure que l'action qu'exerce l'air sulfureux sur les métaux & les chaux métalliques n'est due qu'à la portion d'air inflammable qu'il contient, & non point au soufre. Mais cet air inflammable a une action plus marquée sur ces substances, que l'air inflammable ordinaire.

Cet air est absorbé par l'eau qui en contracte une odeur très-fétide. J'ai dégagé de l'air inflammable sulfureux en versant de l'acide marin sur une combinaison de soufre & de pierre à cautère. J'ai fait passer cet air sous une cloche pleine de mercure & reposant sur un bain de mercure. J'ai versé pour lors sur le mercure assez d'eau pour qu'il en fût recouvert d'un pouce ; & en soulevant légèrement la cloche, l'air s'est trouvé en contact avec l'eau, qui a monté peu à peu, & a occupé plus des $\frac{2}{3}$ de la cloche.

Cette eau, quoique très-claire, s'est troublée & a pris une couleur opale. En la laissant reposer, on voit se précipiter peu à peu une poussière légère, qui n'est que du soufre. Mais ce n'est pas l'eau qui occasionne ce précipité, ainsi que l'a prouvé Bergman. Au lieu d'eau commune, il a employé de l'eau qu'il avoit

fait bouillir pour la dépouiller de tout l'air qu'elle contient : pour lors elle ne produit plus de précipité dans cet air. Cependant elle trouble encore un peu au bout de quelque tems.

La portion d'air qui n'est pas absorbée par l'eau, est le plus souvent de l'air phlogistiqué ou impur. Cependant elle contient quelquefois une portion d'air inflammable auquel on peut faire prendre feu.

Cette propriété qu'a l'air inflammable sulfureux d'être presque tout absorbé par l'eau, le distingue des autres airs inflammables, & le rapproche des airs acide vitriolique, acide marin, acide nitreux, &c. La portion qui n'est pas absorbée est de l'air impur le plus souvent, quoique quelquefois elle soit encore inflammable. Ceci ne doit pas nous surprendre, puisque nous avons vu que l'air inflammable le plus pur perd de son inflammabilité, en étant traité avec le soufre, & en demeurant exposé sur l'eau.

De l'air pur exposé sur les combinaisons quelconques du soufre, dont on peut extraire l'air inflammable sulfureux, est tout absorbé. C'est une des expériences de Schéele, dans lesquelles il croyoit que l'air s'étoit dissipé sous forme de chaleur. Mais il n'avoit pas vu tout ce qui se passoit dans cette expérience.

J'ai fait paſſer dans un flacon de 12 pouces plein d'air pur, deux gros de combinaiſon de ſoufre avec l'alkali du tartre, & ai laiſſé le flacon repoſer ſur le mercure. L'air a été tout abſorbé, à un demi-pouce près. Le réſidu examiné contenoit du tartre vitriolé, ou vitriol de potaſſe.

Du ſoufre & de la limaille de fer humectés, abſorbent auſſi l'air pur, & le réſidu eſt du vitriol martial. C'eſt ce qui ſe paſſe dans l'efflorefcence des pyrites. J'en ai tenu de celles qui commençoient à ſe décompoſer, ſous des cloches pleines d'air pur. L'air a été abſorbé, & la pyrite étoit couverte d'efflorefcence de vitriol martial. Cette combinaiſon eſt toujours accompagnée d'une chaleur aſſez forte, pour que lorſque la maſſe eſt conſidérable, elle puiſſe prendre feu.

Dans ces opérations, le ſoufre eſt décompoſé & changé en acide ſulfureux : cet acide ſulfureux abſorbe l'air pur & paſſe à l'état d'acide vitriolique, lequel ſe combinant avec le fer & l'alkali, ont donné les vitriols de potaſſe & de fer.

L'air nitreux eſt auſſi abſorbé en partie par ces mêmes combinaiſons du ſoufre, & on a également une portion d'acide vitriolique. C'eſt par la portion d'air pur que contient cet air.

L'air inflammable, ni l'air impur, ne font point absorbés dans ces opérations.

Ces airs produisent sur l'air inflammable sulfureux des effets différens que sur les combinaisons dont on le retire.

L'air impur & l'air inflammable n'exercent aucune action sur l'air inflammable sulfureux. J'ai fait de ces mêlanges sur le mercure sans y appercevoir de diminution ni de changement.

L'air nitreux mêlé avec l'air inflammable sulfureux l'absorbe en quantité. J'ai mêlangé 4 pouces d'air nitreux & 4 pouces d'air inflammable sulfureux. Le vase fut bientôt rempli d'un nuage blanchâtre, & il se fit un dépôt de la même couleur sur les parois. Au bout de six jours, les 8 pouces furent réduits à 6; & le mercure fortement coloré en noir.

Le dépôt qui s'étoit formé sur les parois de la cloche étoit du soufre.

J'examinai l'air qui étoit resté. En ayant rempli une petite cloche & y ayant plongé une bougie allumée, elle ne s'éteignit point. Il conservoit encore l'odeur d'air nitreux. Il n'étoit point absorbé par l'eau.

Une mesure & une d'air atmosphérique furent réduites à 1,80.

L'air pur mêlé avec l'air inflammable sulfureux sur le mercure l'absorbe peu. J'ai pris

parties égales de ces deux airs, que j'ai laissées huit jours dans un flacon sur le mercure. Il y en avoit huit pouces, qui ont été réduits à sept.

L'air atmosphérique ne diminue pas d'une manière aussi sensible cet air, mais dans les proportions d'air pur qu'il contient.

C'est un effet fort singulier que l'air pur qui est presque tout absorbé par les combinaisons du soufre avec les chaux, les alkalis, les métaux, &c. ne soit pas autant diminué par l'air inflammable sulfureux.

Cependant l'eau bien bouillie absorbe l'air inflammable sulfureux, sans y occasionner de précipité, tandis que celle qui contient de l'air est troublée par cette absorption. L'air entre donc ici pour quelque chose dans cet effet.

La nature de l'air inflammable sulfureux n'est pas encore bien connue. Il a beaucoup de rapport avec l'air inflammable, comme nous venons de le voir. Il en diffère cependant par un grand nombre de qualités, mais sur-tout par sa dissolubilité dans l'eau; le précipité qu'il y produit, son odeur fétide, &c. Aussi les Physiciens sont-ils partagés d'opinion sur cet air, comme sur tous les autres.

Schéele croit que cet air est un composé de chaleur, de phlogistique & de soufre. Bergman

a adopté en ceci, comme en toute autre chose, son opinion.

M. Senebier, qui a fait un beau travail sur cette matière, pense que cet air est l'hépar lui-même à l'état aériforme.

Je regarde l'air inflammable sulfureux, comme composé d'un air inflammable, & d'un acide sulfureux volatil, provenant l'un & l'autre de la décomposition d'une partie de soufre par le moyen des alkalis, des chaux calcaires ou métalliques, &c. lequel composé contient souvent ou peut-être toujours du soufre, mais qui ne lui est pas plus essentiel que le phosphore n'est essentiel à l'air inflammable phosphorique. Cet air inflammable & cet acide sulfureux sont unis par la matière de la chaleur ou causticon. Voici les principaux faits sur lesquels j'appuie mon opinion.

I. On ne peut douter qu'il ne soit inflammable, puisqu'il brûle & détone. Or le soufre volatisé ou non volatisé brûle, mais ne détone pas. Il est donc certain qu'il y a de l'air inflammable dans cet air. D'ailleurs nous avons vu qu'il agit sur les métaux & leurs chaux, comme l'air inflammable.

II. Il rougit toujours le suc de tournesol, & forme de la sélénite avec l'eau de chaux. Or cette sélénite annonce un acide vitriolique dé-

gagé, soit sous forme d'acide vitriolique, soit sous forme d'acide sulfureux.

III. Il contient toujours, ou au moins le plus souvent, du soufre, ainsi que nous avons vu que l'air inflammable phosphorique contient du phosphore. Mais ce dernier peut être & est souvent sans phosphore. L'air inflammable sulfureux peut également être sans soufre.

Voilà donc prouvée l'existence des trois composés de l'air inflammable sulfureux que nous avons supposés; mais ils ne sont unis que par la matière de la chaleur. Avant que d'en donner les preuves, nous allons faire voir que cet air n'est point formé des principes qu'y admettent les savants dont nous avons parlé.

Du soufre mêlé avec de la poussière de charbon dans une cornue, & exposé au feu, donne de l'air inflammable sulfureux. La même expérience réussit avec de l'huile.

Le pyrophore fait avec l'alun & le sucre, donne le même air. C'est cet air principalement, plutôt que le soufre, qu'on voit brûler à l'orifice de la fiole ou du matras dans lequel on fait le pyrophore, & qui annonce que l'opération est achevée. Effectivement si on soumet le pyrophore à la distillation, on en retire l'air inflammable sulfureux.

Du soufre mêlé avec de la limaille de fer &

légèrement humecté, devient noir. Il s'en exhale un peu d'air inflammable & d'acide sulfureux. Mais si on verse sur cette masse un acide quelconque, il se dégage une grande quantité d'air inflammable sulfureux.

J'ai mêlé une once de limaille d'acier & un gros de fleur de soufre, que j'ai légèrement humectés. Au bout de huit jours, j'y ai versé de l'acide marin; il s'en est beaucoup dégagé d'air inflammable sulfureux.

Tous les métaux, dont l'air inflammable se dégage avec une certaine facilité, donnent de l'air inflammable sulfureux, lorsqu'on les traite avec les sels vitrioliques. Ainsi en soumettant au feu le zinc, le fer, l'étain, avec le tartre vitriolé, on en retire de l'air inflammable sulfureux.

Nous avons déjà vu qu'en faisant chauffer du soufre avec de l'air inflammable, cet air avoit l'odeur de l'air inflammable sulfureux. J'ai pris six pouces d'air inflammable que j'ai introduit dans une cornue pleine d'eau, avec un gros de soufre en bâtons. J'ai fait échauffer légèrement. Le soufre a fondu, & l'air inflammable a contracté une vive odeur d'air inflammable sulfureux.

Dans toutes ces expériences on a de l'air inflammable sulfureux, sans avoir employé de foie

de soufre proprement dit, c'est-à-dire de combinaisons de soufre avec les alkalis ou les terres; d'où on doit conclure que les alkalis, ni les terres ne sont point nécessaires à la formation de cet air; & si dans quelques expériences on a retiré des combinaisons du soufre avec les alkalis, un air contenant de l'alkali, il faut dire que cet alkali n'est point essentiel à cet air, puisqu'on l'obtient également des combinaisons du soufre avec le charbon, les huiles, l'air inflammable, les substances métalliques, &c. Cela confirmera ce que nous avons déjà remarqué si souvent, que tous les airs contiennent des substances qui leur sont tout-à-fait étrangères, & qui sont volatilisées dans l'opération qui dégage ces airs.

L'huile, le charbon, le fer, & les autres métaux n'ont pu donner que de l'air inflammable. Cet air, en se combinant avec le soufre lui-même, employé en nature, ou avec celui qu'il forme avec les sels vitrioliques, aura fourni l'air inflammable sulfureux, comme le fait l'air inflammable distillé avec le soufre.

Cependant on a de l'air inflammable sulfureux en combinant du soufre avec des corps qui ne contiennent point d'air inflammable. Toutes les terres calcaires calcinées, la magnésie, la terre pesante & les alkalis mêlés avec le soufre don-

nent de l'air inflammable sulfureux. C'est même le procédé dont on se sert le plus ordinairement pour obtenir cet air. Or ces substances ne contiennent que du causticon & point d'air inflammable. On peut donc avoir de l'air inflammable sulfureux, en combinant avec le soufre des substances qui ne contiennent point d'air inflammable. C'est donc pour lors le soufre qui fournit l'air inflammable qui se trouve dans l'air sulfureux. On a prétendu, il est vrai, que dans le soufre il n'y a point d'air inflammable. Mais l'expérience suivante ne me paroît laisser aucun doute à cet égard.

J'ai mêlé une once de chaux vive prise dans le centre d'une grosse pierre à chaux & qui par conséquent ne pouvoit avoir attiré l'humidité de l'air, avec demi-once de soufre pris dans le centre d'un gros canon de soufre. J'ai tenu demi-heure au feu ce mêlange dans une cornue de verre bien propre. La cornue refroidie, j'y ai versé de l'acide nitreux très-pur; il s'est dégagé beaucoup d'air dont une partie étoit de l'air nitreux, & l'autre de l'air inflammable sulfureux; car cet air mêlé avec l'air pur, a rougi & il y a eu absorption, & il a détoné à l'approche d'une bougie allumée. La pierre à cautère ou les alkalis aérés employés au lieu de chaux, donnent un air encore plus inflam-

mable, lorsqu'on y verse de l'acide nitreux. Or la chaux ni la pierre à cautère n'ont pu donner de l'air inflammable; l'acide nitreux n'en donne non plus jamais. Il n'y a donc que le soufre qui ait pu le fournir.

Néanmoins toutes sortes de substances mêlangées avec le soufre & exposées au feu, ne donnent pas l'air inflammable sulfureux. De l'argile bien pure n'en fournira point, ni la craie, à moins que celle-ci ne passe à l'état de chaux. Il n'y a que les alkalis caustiques ou non caustiques, les chaux calcaires & les chaux métalliques, dont on puisse en obtenir. Pour prouver que celles-ci produisent le même effet que les chaux calcaires, j'ai fait un mélange de minium & de soufre, & l'ai chauffé à la manière accoutumée : la matière réfroidie, un acide en a dégagé de l'air inflammable sulfureux.

Ces dernières expériences paroissent démontrer que le principe de la chaleur se trouve dans l'air inflammable sulfureux, puisque les chaux calcaires & métalliques contiennent une grande quantité de ce principe.

Cependant d'un autre côté, dira-t-on, l'air inflammable, le charbon, le sucre traités avec le soufre, donnent le même air. Ce qui feroit croire que la matière de la chaleur est ici peu nécessaire, puisqu'on ne l'admet pas dans ces

dernières substances. Les chaux, les alkalis n'agiroient donc qu'en décomposant le soufre, s'unissant à une partie de son acide, & dégageant de l'air inflammable & de l'acide sulfureux par le moyen de la matière de la chaleur. Elle produit souvent les mêmes effets que l'air inflammable ; & jamais celui-ci n'opère ceux de la matière de la chaleur.

Ces raisons ne me paroissent pas suffisantes pour dire que la matière de la chaleur ne se trouve pas dans cette combinaison, comme nous le prouverons bientôt.

Tous les faits que nous venons de rapporter, démontrent dans l'air inflammable sulfureux la présence d'une assez grande quantité d'air inflammable. On ne sauroit en révoquer en doute l'existence, puisqu'on peut lui faire prendre flamme comme à l'air inflammable ordinaire, & qu'il détone. On ne peut donc soutenir que cette flamme soit due à du soufre volatilisé.

Les savans qui admettent la décomposition de l'eau, reconnoissent avec moi l'existence de l'air inflammable dans l'air inflammable sulfureux ; mais ils pensent que cet air inflammable est produit par une portion d'eau décomposée. Cet air inflammable volatilise une portion de soufre, & c'est ce qui forme l'air inflammable sulfureux.

J'ai déjà fait voir dans différens mémoires du Journal de Physique que la décomposition de l'eau n'étoit pas plus prouvée dans cette opération que dans les autres. Le soufre tenu dans l'eau, ne la décompose point ; l'alkali, la chaux ne la décomposent point ; comment mêlangés, la décomposeroient-ils ? Il faut donc regarder comme absolument gratuites ces suppositions.

Il nous reste à examiner maintenant si c'est le soufre tout formé qui existe dans l'air inflammable sulfureux, comme le pensent Schéele, & tous les savans dont nous venons de parler ; ou si cet air doit ses propriétés, seulement à un des principes du soufre, l'acide sulfureux, comme je le crois, & le soufre qui s'y trouve le plus souvent y est absolument étranger.

Ce que nous avons dit dans le Chapitre précédent sur l'air inflammable phosphorique doit jetter le plus grand jour sur celui-ci. Nous avons vu que cet air contient le plus souvent une certaine quantité de phosphore volatilisée, laquelle s'enflamme par le seul contact de l'air pur, ou de l'air atmosphérique ; mais que ce phosphore est étranger à cet air, & qu'on en obteint sans phosphore.

La même chose a lieu pour l'air inflammable sulfureux. Il contient aussi le plus souvent une portion de soufre volatilisée ; mais cette portion

ne

ne lui eſt pas plus eſſentielle que la portion de phoſphore n'eſt eſſentielle à l'air inflammable phoſphorique. Ici la preuve n'eſt pas auſſi facile parce que l'inflammabilité du phoſphore annonce les combinaiſons où il ſe trouve ; ce qui n'a pas lieu pour le ſoufre. Néanmoins pluſieurs faits prouvent que l'air inflammable ſulfureux contient d'autres principes que le ſoufre.

De l'air pur expoſé ſur une combinaiſon de ſoufre avec les chaux, les alkalis, &c. eſt abſorbé ; & on trouve pour réſidus des ſels vitrioliques. Or le ſoufre ſeul n'abſorbe pas l'air pur ; l'alkali ſeul, la chaux, &c. ne l'abſorbent qu'en très-petite quantité. Mais l'acide ſulfureux en abſorbe beaucoup, & paſſe par cette combinaiſon à l'état d'acide vitriolique, comme je l'ai fait voir. Le ſoufre exiſte donc dans les combinaiſons dont nous venons de parler ſous forme d'acide ſulfureux, & non ſous celle de ſoufre.

Or l'acide ſulfureux eſt le plus foible des acides, & eſt dégagé de ſes combinaiſons par tous les autres acides. Lorſqu'on verſe ſur un ſel ſulfureux de l'acide vitriolique, de l'acide nitreux, de l'acide marin, &c. il y a une vive efferveſcence qui eſt produite par le dégagement de l'acide ſulfureux, & on obtient pour produits des ſels vitrioliques, nitreux, marins, &c. Cet acide ſulfureux eſt

d'ailleurs très-volatil. Il n'est donc pas surprenant qu'en versant un autre acide sur ces combinaisons, il ne se dégage en grande quantité, emportant avec lui une portion de soufre non-décomposé, & beaucoup d'air inflammable produit de la décomposition de la partie de soufre dont il est formé. Cette expérience & les conséquences que j'en tire, me paroissent démontrer mon opinion.

Effectivement, le soufre se décompose très-facilement par tous les procédés qui donnent l'air inflammable sulfureux. Car premièrement l'eau de chaux mêlée avec le soufre, ne donne au bout d'un certain tems que du vitriol calcaire ou de la sélénite; & si l'opération s'est faite sous des vaisseaux fermés contenant de l'air pur, cet air est en partie absorbé, partie changé en air impur par l'air inflammable qui se dégage du soufre. Le soufre a donc été ici décomposé, & son acide s'est uni à la terre calcaire pour former de la sélénite. Secondement, la même décomposition a lieu en mêlant du soufre avec le fer. Il y a également absorption d'air pur, dont une partie est changée en air impur ou phlogistiqué par l'air inflammable qui se dégage ici, non-seulement du soufre, mais du fer. Aussi quelquefois peut-on enflammer l'air qui est sous la cloche; & on a pour résidu du vitriol martial.

Le soufre a donc été d'abord changé en acide sulfureux, puis en acide vitriolique. Troisièmement toutes les combinaisons du soufre avec les terres, les alkalis, les métaux, exposées à l'air, se décomposent. Leur odeur se dissipe, & on n'obtient que des vitriols calcaires, de potasse, de natron, &c. suivant la nature de la base qu'on a employée. Or c'est ce qui arrive aux combinaisons des alkalis, des terres, des métaux, &c. avec l'acide sulfureux, exposées à l'air pur ou à l'air atmosphérique. L'acide sulfureux se décompose, & il ne reste que des sels vitrioliques.

On peut même dégager cet acide sulfureux des combinaisons du soufre, en ne les laissant pas exposées à l'air pendant long-tems. J'ai versé de l'acide marin sur une combinaison de soufre avec la chaux, qui avoit été exposée à l'air pendant 24 heures; il y a eu une vive effervescence, & dégagement d'un acide sulfureux très-volatil, au lieu d'air inflammable sulfureux.

Enfin le soufre est à-peu-près insoluble dans l'eau. L'air inflammable n'est absorbé par l'eau qu'après beaucoup de tems. L'air inflammable sulfureux au contraire se dissout très-promptement dans l'eau, & en très-grande quantité. Il contient donc d'autres principes que le soufre & l'air inflammable. Or ce ne peut être que l'acide sulfureux à l'état aériforme, qui est sous

cette forme absorbé par l'eau avec grande avidité, comme nous le verrons en parlant de l'air acide vitriolique.

Une autre expérience prouve encore la présence de cet acide dans l'air inflammable sulfureux. J'ai versé de l'acide marin sur une combinaison de soufre & de chaux, & en ai fait passer l'air dans de l'eau distillée qui l'a absorbé. Cette eau rougit le suc de tournesol, précipite la dissolution marine de terre pesante, &c.

Cette décomposition du soufre est fort singulière; mais elle est prouvée par un trop grand nombre de faits, pour qu'on puisse la nier. L'acide sulfureux se décompose également, soit en absorbant de l'air pur, soit en perdant son excès d'air inflammable, & passe à l'état d'acide vitriolique.

Mais, dit-on, les combinaisons de soufre avec les chaux, les alkalis, ne laissent point dégager d'air tant qu'elles sont sous forme solide. Ce n'est que lorsqu'on y verse un acide, que l'air se manifeste. Or cet acide contient de l'eau. C'est donc l'eau qui est décomposée.

Je réponds, 1°. que le fait est faux, parce que la chaleur seule dégage l'air inflammable sulfureux. Toutes les combinaisons du soufre chauffées dans des vaisseaux fermés donnent une grande quantité de cet air, de même que

lorfqu'on expofe à la chaleur les fels fulfureux, &c. leur acide quitte fa bafe & paffe dans les vaiffeaux. 2°. Les combinaifons de foufre fous forme folide, ne donnent pas plus de fluide aériforme, que les fels fulfureux, parce que l'acide eft combiné. Mais fi on verfe un acide plus fort, l'acide fulfureux fe dégage en emportant avec lui beaucoup d'air inflammable, & une portion de foufre. Si c'étoit l'eau qui fût décompofée, en plongeant cette fubftance dans l'eau, on auroit donc des fluides aériformes. Ce qui n'eft pas.

Il ne peut donc demeurer aucun doute, que l'air inflammable fulfureux ne foit compofé d'acide fulfureux & d'air inflammable en excès, lequel air inflammable pofsède la majeure partie de fes qualités, & fur-tout celles de s'enflammer & de détoner. Il y a encore du foufre en nature, mais qui paroît étranger à cet air. Il s'agit de favoir dans quel état fe trouvent cet acide fulfureux & cet air inflammable. Je crois qu'ils font combinés par le moyen de la matière de la chaleur, que nous venons d'y démontrer.

L'acide fulfureux expofé fur de l'air inflammable, ne l'abforbe point, & il ne fe forme pas de foufre. L'air inflammable fulfureux tenu fur le mercure, ne s'abforbe point, & il ne fe dépofe point, ou au moins très-peu de foufre.

Mais lorsque cette opération est aidée par la chaleur, il y a combinaison, & on a du soufre.

J'ai fait passer dans une cornue pleine d'acide vitriolique de l'air inflammable, il est resté dans le fond de la cornue une once d'acide environ. Je l'ai exposé au feu, l'acide a contracté une vive odeur d'acide sulfureux.

M. Priestley a fait la même expérience. Il a fait tomber le foyer d'une lentille sur de l'acide vitriolique exposé au-dessus de l'air inflammable. L'acide a été tout évaporé. L'intérieur du récipient s'est couvert d'une incrustation blanchâtre qui, lorsqu'elle étoit chauffée, avoit une forte odeur de soufre. L'acide vitriolique uni à l'air inflammable avoit donc produit du soufre. La même expérience lui a réussi avec l'acide phosphorique. Mais vraisemblablement cet acide vitriolique a passé d'abord à l'état d'acide sulfureux, comme dans mon expérience, avant que de devenir soufre.

Ces expériences prouvent donc que l'acide sulfureux, ou l'acide vitriolique, se combinent avec l'air inflammable par le secours de la chaleur, & peuvent passer à l'état de soufre, de quelque manière que cela s'opère, soit suivant l'opinion de Stahl, soit dans le systême opposé.

Mais dans l'air inflammable sulfureux, l'acide

sulfureux & l'air inflammable s'y trouvent dans un état particulier. Car si on expose cet air sur l'eau, il est presque tout absorbé, & le résidu ne s'enflamme plus. C'est ce qui n'arrive pas à l'air inflammable. Il y a donc ici une combinaison particulière de l'air inflammable & de l'acide sulfureux. Mais en même-tems cet air dépose beaucoup de soufre, qui fait prendre à l'eau ordinaire une couleur opale; il n'y a que l'eau bouillie qui ne soit pas troublée par cette absorption.

Tous les acides mêlés avec cet air l'absorbent, & s'y combinent. Mais chaque acide dans cette opération présente des phénomènes particuliers. Pour faire ce mêlange qui présente quelques difficultés, je remplis d'abord de mercure le flacon, & j'y fais passer l'air. Lorsqu'il est parfaitement plein d'air, & qu'il n'y demeure plus de mercure, je le bouche bien avec son bouchon ou avec le doigt, & le transporte ainsi dans des vases qui contiennent les acides avec lesquels je veux l'essayer.

Un flacon de douze pouces, rempli d'air inflammable sulfureux, fut transporté ainsi dans une grande capsule de verre pleine d'acide nitreux. L'air fut absorbé à un dixième près; l'acide blanchit. Je portai pour lors le flacon dans l'eau pour en retirer la petite portion d'air qui

n'avoit pas été abſorbée ; en ayant approché une bougie allumée, elle s'enflamma.

L'acide vitriolique abſorbe également l'air inflammable ſulfureux, & il blanchit.

L'acide marin, le vinaigre diſtillé, &c. produiſent le même effet ſur cet air.

Les alkalis exercent la même action ſur cet air. J'ai fait paſſer de cet air dans un flacon rempli d'alkali du tartre en liqueur, & renverſé dans une capſule pleine du même alkali. La liqueur eſt devenue auſſi-tôt noire, & a laiſſé dépoſer lentement des floccons noirâtres, & pour lors elle s'eſt beaucoup éclaircie. Ces floccons mis ſur les charbons n'ont pas donné l'odeur de ſoufre. Ils ont été attirables à l'aimant. Ainſi ils proviennent de la portion ferrugineuſe qui ſe trouve toujours dans les alkalis, & qui a été colorée par cet air inflammable. Les trois quarts de l'air ont été abſorbés. L'alkali évaporé a donné du tartre vitriolé.

Les huiles abſorbent auſſi cet air, & perdent de leur tranſparence, ainſi que l'eſprit de vin.

L'acide arſénical mêlé avec cet air l'abſorbe, & on obtient de l'orpiment. Une portion de l'acide arſénical ſe combinant avec l'air inflammable, eſt révivifiée en partie ; elle ſe combine de nouveau avec le ſoufre, & forme de l'orpiment.

Mais l'acide qui produit la plus grande absorption de l'air inflammable sulfureux, est l'acide sulfureux lui-même, il absorbe presque tout cet air, & il se précipite une grande quantité de soufre.

Cet acide à l'état aériforme produit le même effet : car j'ai mêlé six parties de cet acide aériforme, & six d'air inflammable sulfureux qui ont été réduites à trois parties & demie.

L'air acide mêlé avec l'air inflammable sulfureux, il y a eu également absorption, & un précipité blanchâtre.

L'eau & tous les acides absorbent donc l'air inflammable sulfureux, & en font précipiter du soufre; mais l'eau seule ne peut pas produire cet effet; puisque l'eau bouillie ne fait pas précipiter de soufre. C'est donc à la portion d'air que contient l'eau non bouillie qu'est dû ce précipité. D'un autre côté l'air seul ne produit qu'un petit précipité; il faut que leurs actions soient combinées. Il s'agit de savoir d'où vient ce soufre. Etoit-il contenu dans cet air ? Ou a-t-il été formé ?

On seroit d'abord tenté de croire avec tous les savans dont nous avons parlé, qu'il étoit dans l'air, & qu'il s'est seulement déposé. Cependant je crois avoir des raisons assez fortes pour soutenir le contraire. Je ne nie pas qu'il

n'y ait le plus souvent une petite portion de soufre dans cet air, comme nous avons vu qu'il y a du phosphore dans l'air inflammable phosphorique. Mais nous avons prouvé que ce phosphore étoit accidentel à l'air phosphorique, & que cet air tiroit ses principales qualités de l'acide phosphorique ; je pense également que l'air sulfureux tire les siennes de l'acide sulfureux, & que le soufre qui se précipite dans l'eau & les acides est en partie un produit nouveau. Voici les principales expériences qui me paroissent établir mon opinion.

* Si le soufre étoit tenu en expansion par la matière de la chaleur dans cet air, lorsqu'on l'exposeroit au froid sur le mercure, il se précipiteroit ; au lieu que cet air est simplement absorbé par l'eau, comme l'est l'acide vitriolique. Premier rapport d'analogie.

Secondement, si le soufre étoit tout formé dans cet air, il paroîtroit certainement, & il se précipiteroit lorsque l'air est absorbé par l'eau. Or nous avons vu que l'eau distillée & privée de tout son air par l'ébullition, absorbe l'air inflammable sulfureux, sans qu'il y ait de soufre déposé. Cette expérience est démonstrative.

Enfin cette eau qui a absorbé cet air, précipite la terre pesante de ses dissolutions par l'acide

marin, par le vinaigre, ce qui y annonce l'acide vitriolique, ou l'acide sulfureux.

D'un autre côté, on ne peut y méconnoître l'air inflammable, puisque cet air détone, & que le soufre mêlé avec l'air pur brûle sans détoner.

Toutes ces raisons me paroissent établir d'une manière évidente mon sentiment. Cependant il reste des difficultés considérables.

L'air inflammable ordinaire n'est pas absorbé promptement par l'eau, ni par les acides, & celui-ci l'est; & cela est vrai : aussi diffère-t-il des autres airs inflammables. Il est dans une combinaison intime avec l'acide sulfureux; qui est absorbé par l'eau, & toutes les liqueurs aqueuses, & qui l'entraîne avec lui. Aussi l'absorption de cet air n'est-elle pas aussi rapide que celle de l'acide sulfureux à l'état aériforme qui est absorbé promptement, au lieu qu'il faut plusieurs heures pour que celui-ci le soit.

Mais, dira-t-on, si l'air inflammable étoit avec l'acide sulfureux, il formeroit un soufre dans vos principes. Non; il faut l'intermède du feu pour que la combinaison se fasse; aussi n'y a-t-il point de soufre formé, tant que cet air est dans son état naturel. Mais dès qu'il est absorbé, il se forme du soufre qui se dépose. Or ce soufre me paroît un produit nouveau, résultant de la

combinaiſon de l'acide ſulfureux & de l'air inflammable; car ſi cet air ne s'étoit pas combiné pour former du ſoufre, on le retrouveroit dans la liqueur. J'ai fait bouillir 30 onces d'eau qui avoient abſorbé 10 pouces d'air inflammable ſulfureux, & je n'en ai retiré qu'environ un demi-pouce d'air aſſez impur. L'air n'y étoit donc plus.

Enfin ce qui me fait conjecturer que l'air inflammable eſt en excès dans cette combinaiſon, c'eſt que du nouvel acide ſulfureux ajouté à cet air, l'abſorption eſt preſque totale, & il y a une très-grande quantité de ſoufre de produit.

D'ailleurs l'acide ſulfureux eſt certainement ici dans un état différent de ſon état ordinaire. Car de l'air pur mêlé à cet air, il y a peu d'abſorption. Or l'acide ſulfureux abſorbe conſtamment l'air pur; le même air pur eſt abſorbé par toutes les combinaiſons du ſoufre d'où on retire cet air, & il y a de l'acide vitriolique formé, &c. On ne ſauroit donc douter que l'acide ſulfureux ne ſoit dans un état particulier dans l'air inflammable ſulfureux.

Mais nous avons vu qu'en faiſant chauffer de l'acide vitriolique ou de l'acide ſulfureux expoſés ſur de l'air inflammable, on a du ſoufre. Il ſe pourroit donc que dans l'air inflammable

sulfureux, il y ait une quantité assez considérable de la matière de la chaleur, pour que lorsque cet air est absorbé, l'air inflammable se combinât avec l'acide sulfureux, & formât du soufre sans qu'il soit besoin d'une chaleur extérieure.

Au reste, toutes ces combinaisons sont le grand secret de la nature, que nous sommes encore bien éloignés de pouvoir lui dérober. Il est certain qu'ici le soufre & le phosphore ont souffert des modifications particulières. Le phosphore dans son état ordinaire, ne s'enflamme point à l'air à moins que la température ne soit à 22 ou 24 degrés, & ici il s'enflamme à une température beaucoup moindre. Dans la préparation de ce qu'on appelle briquets physiques, il s'enflamme avec la même facilité, parce qu'on lui a fait subir une demi-combustion.

Le soufre & l'acide sulfureux ont également éprouvé des modifications particulières, qui font que l'acide sulfureux peut ici s'unir avec l'air inflammable & former du soufre sans le secours de la chaleur, comme il le fait dans d'autres expériences par le moyen de la chaleur. C'est que vraisemblablement ici il se trouve combiné avec une grande quantité de cette substance.

Nous ne pouvons douter qu'il n'y ait beaucoup de matière de la chaleur dans ces com-

binaisons. Celle de l'alkali volatil avec le soufre, par exemple, ne peut s'opérer que par l'intermède de la chaux. On mêle de la chaux, du sel ammoniac & du soufre, & on distille. On obtient une combinaison ammoniacale du soufre. Ici la chaux a fourni beaucoup de matière de la chaleur. Ce sont les alkalis caustiques, la pierre à cautère, la chaux vive, &c, qui forment les combinaisons dont on retire cet air.

Il faut donc regarder le causticon ou matière de la chaleur, comme la substance qui sert à unir l'air inflammable & l'acide sulfureux, & leur donne des modifications particulières. La même chose a lieu dans l'air inflammable phosphorique.

Mais comment la matière de la chaleur agit-elle ici? C'est ce que nous ignorons. Il faut convenir que l'aitiologie de toutes ces combinaisons nous laisse encore beaucoup à desirer.



DE LA VÉGÉTATION.

DE toutes les productions naturelles, aucune n'est plus faite pour exciter notre admiration, que les êtres organisés. Un animal qui exerce toutes ses fonctions est une machine qui confond toutes nos idées de mécanique. Il est vrai que la nature, qui marche presque toujours par des gradations insensibles, a employé une multitude de nuances parmi ces êtres, pour arriver des moins parfaits aux plus parfaits.

Mais la chimie nous fait appercevoir une grande difficulté pour la production des êtres organisés. Ils ne peuvent exister sans le corps muqueux & le principe huileux, qui en paroissent les principes les plus abondans. Or ces deux substances sont étrangères au règne minéral, & paroissent appartenir exclusivement aux deux autres règnes. Car l'huile minérale que l'on trouve dans l'intérieur de la terre, vient de leurs débris.

La nature nous laisse bien entrevoir à peu près les moyens dont elle se sert pour former ces principes. Vanhelmont mit dans une caisse 100 livres de terre & y planta un saule pesant 50 livres. Il eut soin de couvrir la caisse

avec une platine d'étain, & de l'arroſer avec de l'eau bien pure. L'arbre pouſſa vigoureuſement, & au bout de 5 ans il peſoit 169 livres 3 onces. La terre n'avoit perdu que 2 onces.

Boyle ſema de la graine de courge dans une terre qu'il avoit bien fait ſécher au four, & l'arroſa avec de l'eau très-pure. Il eut une courge du poids de 3 livres, & une du poids de 14. La terre peſée de nouveau n'avoit pas perdu ſenſiblement de ſon poids. Ces expériences ont été répétées par un grand nombre de Phyſiciens, & toujours avec le même ſuccès. M. Bonnet a obtenu des fleurs très-odorantes & des fruits très-bons en élevant des plantes dans de la mouſſe humectée.

J'ai élevé, dans de l'eau diſtillée, des ſemences légumineuſes; elles ont végété, & m'ont donné les mêmes produits que celles qui viennent dans les meilleurs terreaux.

La nature opère journellement les mêmes phénomènes. Pluſieurs plantes, telle que la lentille d'eau, végetent dans l'eau pure. Des arbres vigoureux, des pins, des ſapins, croiſſent dans des ſables arides. Enfin, pluſieurs lichens ne viennent que ſur les rochers les plus durs, les granites & les porphires.

Toutes ces plantes élevées de ces diverſes manières, ſoit dans de bons terreaux, ſoit dans des

des ſables arides, ſoit ſur les rochers, ſoit dans l'eau pure, contiennent néanmoins les mêmes principes à peu près. D'où on a conclu que les terres ne contribuoient que très-peu à la végétation, & que peut-être ne ſervoient-elles que comme d'éponges à conſerver l'humidité & la fraîcheur néceſſaires aux racines des plantes. Car l'eau eſt de néceſſité première aux plantes, & ſans eau, il n'y a point de végétation. Il eſt néanmoins des plantes à qui il faut bien peu d'eau, telles que les lichens dont nous venons de parler.

Cependant on ne peut douter qu'il ne paſſe dans la plante quelques-uns des principes des terres où elle ſe trouve. L'agriculture en fournit un grand nombre de preuves. Je n'en citerai qu'un ſeul exemple, la vigne. Les vins prennent le goût *de terroir.* Si dans une vigne qui donne du bon vin, on met trop d'engrais, ſurtout du fumier fétide, le vin s'en reſſentira certainement. Il en eſt de même des cannes à ſucre qui ſont plantées dans des endroits marécageux & fangeux, des fruits délicats, &c. Ainſi on ne peut douter que dans le ſyſtême ordinaire de la végétation, les plantes ne tirent du ſein de la terre d'autres principes que l'eau.

Mais puiſque les plantes végètent vigoureuſement avec de l'eau ſeule, qu'elles donnent

des fleurs odorantes, des fruits ſucculens, on en peut conclure que les autres principes qu'elles tirent de la terre, leur ſont peu néceſſaires; & que c'eſt principalement à l'eau qu'eſt due la végétation. La terre & les terreaux ſervent ſur-tout à entretenir les racines en bon état & à y fixer un certain degré d'humidité.

Mais l'eau ſeule ne pourroit produire les différens principes qu'on retrouve dans les végétaux; car la lumière, quoique ne leur étant pas d'une néceſſité auſſi indiſpenſable que l'eau, leur eſt cependant d'une grande utilité. Une plante élevée à l'obſcurité ſouffre, blanchit & s'étiole. Cette obſervation eſt connue de tout tems. Mais M. Méeze eſt un des premiers qui l'ait ſuivi avec attention. MM. Bonnet, Senebier, & un grand nombre d'autres Phyſiciens s'en ſont également occupés, & ont bien démontré toute l'influence de la lumière ſur la végétation.

Cependant ici comme dans tous les autres faits de la nature, les loix les plus générales ſouffrent, ſinon des exceptions, au moins des modifications conſidérables. Il eſt des plantes à qui la lumière paroît peu utile. La claſſe nombreuſe des truffes ne végète qu'en terre dans des lieux couverts, où la lumière ne paroît pas avoir accès ou un très-foible. Car j'ai trouvé des truffes à plus d'un pied de profon-

deur. Dans ces cas la chaleur ſupplée aux effets de la lumière.

L'air n'eſt pas moins utile aux végétaux que l'eau & la lumière. Peut-être même le leur eſt-il encore davantage. Car certaines plantes paroiſſent végéter ſans lumière, & ſans une quantité ſenſible d'eau, comme nous venons de le dire; au lieu qu'aucune ne le ſauroit ſans air.

De la ſtructure merveilleuſe des organes des plantes deſtinées pour l'air, on en pouvoit facilement conclure qu'il leur étoit d'une grande néceſſité. Les trachées par leſquelles elles reſpirent, ſont des lames plates entortillées & à reſſort, qui ſont placées à la ſurface du végétal, mais particulièrement dans les jeunes branches & les feuilles. Elles ſe diſtribuent d'une manière admirable dans la plus grande partie de la ſubſtance de la plante, & reviennent ſe rendre à la même ſurface : en ſorte que les plantes inſpirent & expirent continuellement; &, ſi cette fonction eſt interrompue, elles périſſent plus ou moins promptement.

La chaleur eſt encore abſolument néceſſaire à la végétation. Puiſque l'eau eſt un des principaux élémens des plantes, & que tous leurs ſucs ſont plus ou moins aqueux, il eſt évident qu'elles ne ſauroient végéter ſans qu'il y ait un degré de chaleur ſuffiſant pour tenir l'eau liquide.

Mais le degré de cette chaleur néceſſaire aux différentes plantes a une grande latitude. Quelques plantes, telles que le perce-neige, les mouſſes, &c. végètent au milieu des frimats, tandis que les plantes des pays chauds exigent une température aſſez conſidérable.

Il eſt vrai qu'indépendamment de la chaleur produite par la température extérieure, les plantes en ont une qui leur eſt propre. C'eſt une vérité démontrée, & reconnue de tous les bons Phyſiciens. Lorſqu'en hiver on coupe un arbre, on trouve ſon intérieur ſenſiblement plus chaud que ſon extérieur. La neige tient moins ſur les plantes que ſur la terre, &c.

Pluſieurs cauſes concourent à la production de cette chaleur: 1°. il y a une eſpèce de fermentation dans les liqueurs de la plante. Or la fermentation eſt toujours accompagnée de chaleur. 2°. Il y a une circulation des liqueurs de la plante. Or cette circulation eſt produite par l'action tonique des ſolides de la plante, l'action & réaction de l'air, & des autres liqueurs. 3°. Enfin, l'air pur ſe combine dans la plante, ainſi que les autres airs, pour la formation des acides, des huiles, & des autres principes du végétal. Or, ces airs ont une grande quantité de chaleur ſpécifique, ſur-tout l'air pur. Cette chaleur ſe dégage dans l'inſtant de la combi-

naiſon ; elle ſe communiquera à la plante & l'échauffera, comme nous le verrons plus particuliérement en parlant de la chaleur animale.

Les principaux élémens ſans leſquels les végétaux ne peuvent vivre, ſont donc, 1°. l'eau, 2°. l'air, 3°. la lumière, 4°. la chaleur. Nous pouvons y ajouter le fluide électrique, peut-être le magnétique, &c. comme je l'ai fait voir dans mes vues phyſiologiques ; & il ne paroît pas que la terre y ſoit néceſſaire.

Ce feront donc ces différens principes qui formeront les différentes ſubſtances que nous retrouvons dans les plantes, le corps muqueux, les différentes eſpèces d'huile, les acides, les alkalis, les parties terreuſes & métalliques. Mais nous reviendrons à ces différens objets. Nous allons ici examiner l'action de l'air dans le ſyſtème de la végétation.

L'air abſorbé par la plante eſt porté par les trachées dans tout le ſyſtême de la végétation, & ſe dépoſe ſur-tout dans la partie médullaire. Mais l'eau dont ſe nourrit la plante lui porte auſſi une certaine quantité d'air. Car les eaux ordinaires contiennent environ le cinquantième de leur volume, d'un air un peu meilleur que l'air commun, & qui contient une certaine quantité d'air acide. Ces différens airs, après avoir rempli les fonctions auxquelles les deſtinoit

la nature, ſont enſuite expulſés par les forces vitales, pour faire place à de nouveaux airs.

Car les plantes, dans leur état de ſanté, verſent une aſſez grande quantité d'air. On s'en eſt aſſuré en faiſant paſſer une branche, ou ſeulement quelques feuilles d'une plante vivante ſous une cloche remplie d'eau. Si l'expérience ſe fait au ſoleil, la feuille ſe couvre entièrement de bulles d'air qui s'en détachent enfin, & gagnent la portion ſupérieure du vaſe.

J'ai mis pluſieurs feuilles de chêne ſous une cloche remplie d'eau, & expoſée au ſoleil. Toute leur ſurface extérieure, celle qui eſt blanchâtre, ſe couvre en moins d'une heure de bulles d'air très-nombreuſes, tandis qu'il y en a peu à la partie ſupérieure. Une meſure de cet air & trois d'air nitreux m'ont laiſſé un réſidu de 1,10, 1,20.

Des feuilles de tilleul miſes également en expériences m'ont donné beaucoup d'air. La feuille ſe couvre de groſſes bulles rondes, ſur-tout à la ſurface inférieure. Ces bulles ſe détachent & gagnent le haut de la cloche. Une meſure de cet air & trois de bon air nitreux m'ont donné 1,04, 1,08.

Les feuilles d'orme ne m'ont pas donné autant d'air que celles de tilleul. Néanmoins elles ſe couvrent également de groſſes bulles rondes

Une mesure de cet air & trois d'air nitreux m'ont donné 1,06, 1,10. Je ne rapporterai pas ici un plus grand nombre d'expériences, & je renvoie aux savans écrits de MM. Priestley, Schéele, Ingen-Housz, Senebier, si on veut avoir de plus grands détails.

Pour ces expériences, il faut employer de l'eau de puits qui soit très-aérée. Car si l'eau n'est pas saturée d'air, on en obtient peu. M. Senebier qui a fait un grand nombre d'expériences sur cette matière, a mêlé des acides, des sels à l'eau dont il s'est servi, & les plantes lui ont donné plus d'air.

M. Ingen-Housz a fait une observation essentielle sur cet air que versent les plantes. Il n'est pur que lorsque la plante est exposée au soleil. Mais lorsqu'elle est à l'ombre, au lieu d'air pur on n'obtient que de l'air impur mêlé d'air acide. Ces expériences ont été contestées jusqu'à un certain point, par M. Senebier. Je les ai donc répétées avec beaucoup de soin, & voici ce que j'ai observé.

J'ai rempli d'eau de puits une cloche de 100 pouces, & l'ayant renversée sur une assiette pleine d'eau, je l'ai exposée au soleil ardent il s'en est dégagé quelques bulles d'air en petite quantité. Cet air étoit plus pur que l'air atmosphérique.

Une cloche semblable, remplie de la même eau & mise à l'ombre, n'a point donné d'air.

Dans deux autres cloches semblables, également pleines de la même eau, j'ai mis 6 grandes feuilles de tilleul. L'une des cloches a été exposée au soleil. Les feuilles ont été toutes couvertes de grosses bulles d'air qui se sont dégagées, & j'en ai ramassé un pouce. L'autre cloche mise à l'ombre & ne recevant aucune impression de lumière, il n'a paru sur les feuilles que quelques petites bulles dont quelques-unes se sont dégagées & ont gagné le haut de la cloche. J'en ai pour lors mis sous plusieurs cloches, que j'ai tenues aussi à l'ombre pour ramasser une certaine quantité de cet air. Une mesure & trois d'air nitreux ont donné 3,15, 3,25, tandis qu'une mesure de celui dégagé des feuilles exposées au soleil, & trois d'air nitreux ont donné 1,06. Celui-ci étoit donc beaucoup plus pur que le premier.

Pour m'assurer si les plantes versent de l'air acide, voici les expériences que j'ai tentées.

J'ai mis au soleil sous une petite cloche reposant sur l'eau, une petite branche de tilleul, & à côté un verre plein d'eau de chaux ; & à côté une autre cloche semblable, & un verre également plein d'eau de chaux. Il a paru plus de crême de chaux sur l'un que sur l'autre.

J'ai mis également des fruits. Deux pêches bien mures, placées ainsi sous une cloche de 60 pouces reposant sur l'eau, & une capsule où il y avoit demi-once d'eau de chaux placée à côté, il s'est formé une croute de crême de chaux très-épaisse sur le verre, l'eau a remonté sensiblement. En 48 heures, il a été absorbé 6 pouces d'air. J'ai fait précipiter cette pellicule avec un tube de verre recourbé. Il s'en est formé une seconde; enfin, toute l'eau de chaux a été précipitée.

J'ai fait passer de cet air dans de l'eau de chaux qui a été troublée.

J'ai ensuite essayé cet air, qui avoit passé à travers l'eau de chaux. Une mesure & une d'air nitreux m'ont donné 1,80.

J'ai mis d'autres fruits, par exemple, des poires, également sous des cloches. Elles ont produit le même effet. L'air où elles avoient été précipitoit l'eau de chaux. Mais il a été moins diminué. Aussi il y avoit moins d'air acide de produit. Une mesure de cet air & une d'air nitreux m'ont donné 1,65.

La maturité des fruits est un effet de la fermentation. Or, nous verrons que dans la fermentation, il y a toujours de l'air acide produit.

Mais les fleurs corrompent l'air en tout tems,

même au soleil. C'est ce que MM. Priestley, Ingen-Housz ont constaté.

J'ai mis des fleurs de tubéreuse dans un bocal renversé sur l'eau. Au bout de 6 heures l'air a été corrompu. Une mesure & une d'air nitreux ont donné 1,59.

J'ai répété l'expérience avec des fleurs d'œillet. J'en ai mis trois sous une petite cloche qui étoit sur l'eau. Les pieds des œillets trempoient dans l'eau. Au bout de 12 heures j'ai essayé l'air. Une mesure & une d'air nitreux ont donné pour résidu 1,49.

Des fleurs de giroflée, de renoncules, de roses, &c. produisent le même effet sur l'air.

Il est bien singulier que les fleurs vicient ainsi l'air. Mais nous en trouverons la cause dans leurs parties odorantes, leurs essences. M. Achard a fait un grand nombre d'expériences sur l'effet des parfums ou essences, relativement à l'air. Il a toujours trouvé qu'elles ont vicié plus ou moins l'air. Nous verrons ailleurs que les huiles essentielles mises sous des cloches pleines d'air atmosphérique ou d'air pur, absorbent une partie de ces airs & vicient considérablement l'autre. Ici le même effet est produit par la même cause. Les fleurs contiennent une essence ou esprit recteur, plus ou moins développé, souvent de l'huile essentielle.

Ce feront ces principes qui corrompront l'air.

Toutes ces expériences, qui ont été très-multipliées par MM. Prieftley, Schéele, Ingen-Houfz, Senebier, Deville, & un grand nombre d'autres Phyficiens, ne permettent pas de douter que les plantes & toutes leurs parties ne verfent beaucoup d'air. Cependant celui qu'elles verfent lorfqu'elles font à l'ombre, n'eft pas confidérable comme nous l'avons vu; & il eft toujours plus ou moins impur.

Mais d'où vient cet air? Grew, Malpighi, & fur-tout M. Bonnet, ont dit que les plantes abforboient de l'air par toute leur furface, principalement par les feuilles. La partie fupérieure de la feuille, dit M. Bonnet, fa partie verniffée abforbe l'air, & elle l'exhale par fa partie inférieure. Ainfi, fuivant ces célèbres naturaliftes, on peut dire que les plantes infpirent & expirent réellement à la manière des animaux. Ce fentiment avoit été admis par tous les Phyficiens; mais ceux qui admettent la décompofition de l'eau, croient que l'eau eft décompofée par la végétation, que fon air pur eft chaffé, & que fon air inflammable entre comme principe conftituant des huiles.

Il eft certain, comme nous l'avons dit, que les plantes reçoivent de l'air par l'eau qui leur fert de nourriture. Ainfi on ne peut contefter

que celui-ci n'y soit porté ; & que par conséquent tout l'air qui se dégage des plantes n'est pas dû à la décomposition de l'eau. Nous avons aussi des expériences qui prouvent que les plantes absorbent de l'air par leurs surfaces extérieures & sur-tout les feuilles.

J'ai rempli une cloche d'air rendu impur par la respiration, & ensuite bien lavé dans l'eau. Une mesure de cet air & une d'air nitreux donnoient 1,47. J'y ai fait passer deux petites branches de tilleul, dont les extrêmités reposoient dans l'eau, & les ai laissées ainsi 4 heures au soleil. Je n'ai pas apperçu d'augmentation ni de diminution sensible dans le volume de l'air. Mais une mesure de cet air & une d'air nitreux ont donné 1,08. Il avoit donc été amélioré.

M. Priestley a mis sous des cloches pleines d'air inflammable le chamœnerion, la lentille d'eau, &c. elles ont poussé avec vigueur. L'air inflammable a été dénaturé, & il s'est trouvé dans la cloche un air aussi pur à peu près que l'air atmosphérique.

Effectivement on voit les plantes naître & végéter très-bien dans des lieux où l'air est impur, comme dans des marais, dans des fossés, dans des lieux infects, & au milieu de matières putrides. Or cet air contient de l'air impur, de

l'air acide, de l'air inflammable, de l'air ammoniacal, &c. En conséquence on a recherché de quelle maniere les plantes se comporteroient dans les diverses espèces d'air.

J'ai exposé des plantes sous des cloches pleines d'air nitreux. Elles ont péri; parce que l'air pur qu'elles versent, s'unissant avec l'air nitreux, forme de l'acide nitreux qui tue la plante. Toutes les vapeurs acides, telles que l'acide sulfureux, produisent le même effet.

L'air acide mêlé avec l'air commun, ne paroît pas nuisible aux plantes. Car elles végètent très-bien au milieu des matières putrides, dont il s'exhale beaucoup d'air acide. Les plantes aquatiques qui se trouvent toujours au milieu des marais, dont l'eau est chargée d'air acide, non-seulement ne souffrent point, mais végètent avec vigueur.

L'air impur est celui qui paroît le plus favorable aux plantes, sur-tout aux plantes aquatiques. Elles y végètent mieux que dans aucune autre espèce d'air. Nous venons de voir que le chamœnérion, la lentille d'eau, ne souffrent point dans l'air inflammable.

L'air pur paroît moins convenir aux plantes. Au moins des plantes mises dans cet air paroissent y souffrir, suivant MM. Priestley & Schéele. Mais la nature de cet air, que l'art se

procure pourroit y contribuer; parce qu'il contient le plus souvent des parties étrangères, surtout des acides. Car il est certain que le plus grand nombre des plantes végète très-bien dans l'air atmosphérique le plus pur, comme sur les côteaux, &c. tandis qu'elles souffrent dans des lieux marécageux.

Il faut donc relativement à l'effet de l'air sur la végétation, diviser les plantes en deux grandes classes; les plantes aquatiques, & celles des lieux secs. Les premières végètent beaucoup mieux dans l'air impur des marais, lequel est chargé d'air acide, d'air inflammable, d'air impur. Elles souffrent dans un air plus pur, elles y languissent.

Les plantes, au contraire, qui croissent dans des lieux secs & sur les montagnes, périroient dans ces airs impurs. Il leur faut un air meilleur.

Concluons en général que l'air atmosphérique est le plus propre aux plantes. Or cet air ne contient qu'un quart d'air pur, & les trois autres quarts d'air impur. C'est donc celui-ci qui convient le mieux à la végétation.; mais en même-tems elle améliore cet air, & le rend beaucoup plus pur. Il faut donc que les plantes absorbent l'air, & le dépouillent de la partie qui le vicie, c'est-à-dire, d'une portion de feu ou de lumière, car, comme nous l'avons vu

jufqu'ici, il paroît que c'eſt le feu & la lumière, qui en ſe combinant avec l'air pur l'altèrent, & la font paſſer à toutes les autres différentes eſpèces d'air.

Ce travail de la végétation eſt un moyen bien ſimple, qu'emploie la nature pour purifier l'atmoſphère d'une partie des airs impurs qu'elle contient.

Indépendamment de cette partie de feu ou de lumière qui vicioit ces airs, & dont les plantes s'emparent, elles abſorbent encore la lumière du ſoleil, & s'en nourriſſent : des plantes élevées à l'ombre, par exemple, dans des caves, ſont pâles, blanches, étiolées, & leurs ſucs ont beaucoup moins de ſaveur. Par conſéquent on ne ſauroit douter que la vigueur de celles qui croiſſent au ſoleil & au grand air, ne leur vienne de ce que la lumière ſe combine avec leurs principes, & ne contribue avec les airs qu'elles abſorbent à la formation de leurs différens ſucs; ſavoir, les limphes gélatineuſe & glutineuſe, les mucilages, la partie ſucrée, les huiles, les acides, les alkalis, les ſubſtances métalliques, &c.

On retire par la diſtillation de toutes ces différentes ſubſtances beaucoup d'air acide, d'air inflammable, d'air impur, & d'air pur. Ces airs s'en dégagent auſſi par la fermentation, mais on n'eſt pas encore d'accord ſur leur origine. Exiſ-

tent-ils tout formés dans ce végétal ? Et ne ſont-ils que dégagés dans ces opérations ? Et dans ce cas arrivent-ils dans le végétal ſous leur forme naturelle ? Ou ſont-ils produits par les forces de la végétation ? Ou enfin ſont-ce la fermentation & la combuſtion qui les produiſent ?

On ne peut nier que dans certaines circonſtances le végétal ne reçoive une grande quantité de ces airs tout formés. Les expériences que nous venons de rapporter, prouvent que les plantes abſorbent tous les airs impurs, qu'elles s'en nourriſſent, & que lorſque la végétation eſt vigoureuſe, elles ne verſent au-dehors que de l'air aſſez pur. Or il eſt certain que dans la partie baſſe de l'atmoſphère, proche la ſurface de la terre où végètent preſque toutes les planter, excepté la partie élevée des grands arbres, il y a ſouvent de ces airs mal ſains. C'eſt principalement dans cette région que ſe trouvent tous ceux qui ſe dégagent des matières animales ou végétales qui ſe décompoſent par la putréfaction, tous ceux des mares, dont les eaux ſe corrompent, tout l'aïr acide produit dans l'atmoſphère, & qui comme plus peſant ſe précipite ſans ceſſe, enfin les airs viciés par les animaux, par la combuſtion, la fermentation, &c. L'eau elle-même qu'on peut regarder comme la liqueur principale

principale du végétal eſt dans ſon état naturel, toujours chargée de différens airs, principalement d'air pur, d'air impur, & d'air acide. Toutes ces cauſes paroîtront donc devoir fournir aux plantes une certaine quantité de ces différens airs.

Cependant on ne peut douter que les forces vitales ne forment encore davantage d'air inflammable & d'air acide dans la plante même. Car il n'y a pas dans l'atmoſphère autant de ces airs qu'on pourroit le croire. L'air inflammable ne ſauroit ſéjourner proche la ſurface de la terre. Par ſa légèreté, il doit gagner les régions élevées; d'ailleurs il ſe décompoſe très-facilement, comme nous l'avons vu, en ſe combinant avec l'air pur. Celui qui pourroit ſe trouver dans l'atmoſphère, doit donc s'élever ou ſe décompoſer avant que la plante ait pu l'abſorber. Il n'y auroit par conſéquent que celui qui ſe trouve dans la fange des marais, ou dans les engrais en putréfaction, qui pourroit s'inſinuer dans leurs racines. Quant à l'air acide il ne s'en trouve jamais une quantité ſenſible dans l'atmoſphère. Il n'y a que celui qui eſt dans l'eau ou les engrais qui puiſſe arriver juſqu'à la plante.

Enfin ce qui démontre que ce ne ſont point les ſeuls airs extérieurs qui ſe trouvent dans les plantes & les nourriſſent, c'eſt que lorſqu'on

les élève privées de toute lumière, quoique dans des lieux marécageux qui exhalent beaucoup de ces airs, les plantes sont pâles, & ne donnent que des sucs qui ont peu d'énergie, & contiennent une moindre quantité de ces airs.

Tous ces faits ne permettent pas de douter que la lumière du soleil ne contribue à la formation des différens sucs des plantes, & par conséquent des airs qu'elles contiennent. Cette lumière se combinant avec l'air atmosphérique absorbé par la plante, avec la matière de la chaleur, le fluide électrique, &c. forme une grande partie de l'air acide & de l'air inflammable qui se retrouvent dans le végétal, & donnent toute l'énergie à leurs sucs. Ceux que j'ai élevés dans l'eau distillée, qui ne contient jamais d'air acide, exposés à la lumière solaire & à un air pur, ont donné les mêmes produits que ceux élevés dans les eaux & les terres les plus chargées de ces airs. Par conséquent, les seules forces vitales peuvent produire ces airs, quoiqu'il puisse en être porté par la sève, ou en être absorbé de l'atmosphère.

On pourroit demander si ces différens airs, l'air pur, l'air impur, l'air acide, l'air inflammable, existent tout formés dans le végétal; ou si ceux qu'on en retire, soit par la distillation, soit par la fermentation, sont des produits nou-

veaux. Il eſt certain que tous les produits des végétaux, leurs huiles, leurs réſines, leurs acides, &c. décompoſées par l'action du feu, ſe réſolvent preſque tous en eau, & dans les différentes eſpèces d'air; & il paroît que ces airs y exiſtent réellement.

L'huile de térébenthine fournit par la ſimple agitation de l'air inflammable. Il ſuffit d'en remplir une bouteille à moitié, de la bien boucher, & de l'agiter; lorſqu'on la débouche, il s'en dégage de l'air inflammable. Cet air exiſtoit donc en nature, & on ne peut le dire, ni le produit de la décompoſition de l'huile, ni celui de la décompoſition de l'eau.

J'ai verſé ſur de l'huile récente d'amandes douces du natron cauſtique, qui ne faiſoit pas une efferveſcence ſenſible, & j'en ai rempli un flacon que j'ai bien bouché. Quelques jours après l'alkali s'eſt trouvé aéré.

J'ai rempli un autre flacon de ſuc de raiſins que je venois d'écraſer, & dans lequel j'ai verſé du même natron cauſtique. Au bout de quelques heures le natron a été aéré. Il y a donc de l'air acide, & dans le ſuc de raiſins, & dans l'huile d'amandes.

On ne ſauroit donc douter que les végétaux ne contiennent de l'air acide & de l'air inflammable tout formés. Ces airs en ſe combinant

ensuite avec l'air pur, l'air impur, la matière de la chaleur, l'eau, &c. forment les huiles, les acides, & tous les autres produits de la plante. Ainsi la synthèse & l'analyse prouvent donc également cette théorie.

L'air pur & l'air impur viennent de l'atmosphère. Mais l'air acide & l'air inflammable sont produits par les forces vitales de la plante, au moins pour la plus grande partie, & peuvent l'être entièrement comme dans les plantes élevées dans l'eau distillée.

L'air acide, avons-nous dit, est composé d'air pur, & de la matière de la chaleur ou causticon. Ici nous avons l'air pur absorbé de l'atmosphère, ou porté par la sève. La plante a une chaleur propre. La nature combinera donc ces deux principes pour en former l'air acide.

Mais comment forme-t-elle l'air inflammable? Il paroît que cet air est composé d'une petite portion d'air pur, & d'une grande quantité du feu, de la lumière, ou matière de la chaleur. Or les plantes absorbent beaucoup de lumière du soleil; elles dépouillent encore l'air impur de l'atmosphère de la portion de feu qui le vicie, & le rendent air pur. Elles ont d'ailleurs une chaleur propre; enfin elles jouissent de la chaleur extérieure. Les forces vitales de la plante combinent donc ce feu, cette lumière, cette chaleur

avec une portion d'air pur, & en forment l'air inflammable.

La lumière fournit plus à la production de cet air acide, & fur-tout de l'air inflammable, que les autres ; puifque les plantes élevées à l'ombre en contiennent beaucoup moins. Cependant elles en contiennent ; ce qui prouve qu'ils peuvent être produits fans la lumière. Dans cette circonftance, elles ne verfent que de l'air impur. Ainfi, elles ne peuvent non plus emprunter la matière du feu contenue dans l'air impur de l'atmofphère. Il faut donc pour lors que cette matière du feu vienne uniquement de la chaleur extérieure qui fe combine dans la plante, & de la chaleur qui lui eft propre.

Plufieurs Phyficiens ont des idées fur la végétation, bien différentes de celles que nous venons d'expofer. Ils croyent que tout l'air inflammable vient de la décompofition de l'eau. Par conféquent celui qui fe trouve dans les plantes, doit avoir la même origine. L'eau aura donc été décompofée dans la plante, & ce fera par l'action de la lumière folaire. C'eft pourquoi les plantes verfent dans ce moment une fi grande quantité d'air pur ; tandis que l'autre portion de l'eau, fon air inflammable, fe fera combinée pour former l'huile végétale.

Il fe trouve encore dans les plantes, fuivant

ces mêmes Physiciens, un autre principe beaucoup plus abondant ; c'est la substance charbonneuse. Nous avons vu que dans ces principes l'air acide est composé de 72 parties de principe oxigène, & 28 de substance charbonneuse. Or cet air acide est très-abóndant chez les végétaux. Ils doivent donc contenir beaucoup de substance charbonneuse. D'ailleurs les huiles, suivant le même systême, contiennent beaucoup de substance charbonneuse. L'huile d'olives, par exemple, est composée de 0,79 parties de substance charbonneuse, & 0,21 d'air inflammable ; la cire de 0,85 de substance charbonneuse, & de 0,15 d'air inflammable, &c.

Tous les faits que nous avons déjà exposés démontrent le peu de fondement de toutes ces hypothèses. L'air inflammable qui se trouve chez les végétaux, ne peut venir de la décomposition de l'eau opérée par l'action de la lumière. J'ai semé des haricots dans des pots entièrement à l'obscurité, dans une cave qui n'avoit aucun jour. Les haricots ont végété, & poussé des tiges blanches, à la vérité, mais qui néanmoins avoient de la saveur, & à la distillation ont donné de l'air inflammable, & les produits ordinaires, seulement en moindre quantité.

D'ailleurs, les plantes végètent très-bien à

l'ombre. Il en eſt un grand nombre qui pouſſent avec vigueur ſans voir jamais le ſoleil. Pluſieurs craignent même le ſoleil, celles ſur-tout qui ſont tranſplantées nouvellement, ou qui ſortent de terre, &c. Enfin, l'expérience journalière prouve que la végétation languit, & même eſt interrompue pendant une action trop vive du ſoleil, tandis qu'elle eſt on ne peut plus vigoureuſe pendant la nuit même la plus ſombre, lorſqu'elles rencontrent toutes les autres circonſtances favorables, comme la chaleur, l'humidité, un air propice, &c. On fait végéter tous les jours dans des caves qui ne reçoivent aucun jour, pluſieurs eſpèces de plantes, telles ſont l'endive, la chicorée, &c. dont les feuilles ſont pour lors blanches, à la vérité, mais néanmoins ont beaucoup de ſaveur.

Envain objecteroit-on qu'il pénètre toujours une portion de lumière dans ces ſouterrains. Cette portion eſt comme nulle, puiſque les plantes ſont étiolées. Les truffes croiſſent dans l'intérieur de la terre à des profondeurs aſſez conſidérables, où la lumière ne peut pas pénétrer, & cependant ces plantes ont une grande ſaveur.

Enfin, les plantes à l'obſcurité ne verſent point d'air pur. Ces truffes, qui ſont dans le ſein de la terre, ces plantes, qui végètent dans

des caves, &c. ne donnent donc point d'air pur, mais seulement de l'air impur, qui par conséqüent ne sauroit venir de la décomposition de l'eau.

Mais ce qui démontre que cette décomposition n'est point l'origine de l'air pur que versent les plantes, c'est que cet air devroit être parfaitement pur dans cette hypothèse, ou au moins seulement mêlé d'air inflammable, & cependant cet air est bien loin d'être pur. Il contient toujours à peu près un quart ou un cinquième d'air impur. Car une mesure de cet air & trois d'air nitreux, laissent toujours plus de 100 parties; tandis qu'une mesure d'air pur retiré par les autres procédés & trois d'air nitreux ne laissent que 12, 15, 20 parties, & ce résidu n'est point de l'air inflammable. Je n'ai pu l'enflammer ni avant ni après le mêlange avec l'air nitreux. Tous ces faits me paroissent démontrer que l'air inflammable qui se trouve dans les végétaux ne vient point de la décomposition de l'eau.

Quant à la substance charbonneuse qu'on dit être si abondante dans les végétaux, je demanderai, quelle est sa nature, & d'où elle vient. On prétend que c'est un être simple non décomposé. Mais d'où vient cet être simple pour arriver jusqu'à la plante? Il faut donc qu'il se

trouve ou dans les ſubſtances, dont la plante tire ſa nourriture, ou dans l'air. On pourroit peut-être dire qu'il eſt dans l'air acide, & que cet air acide eſt très-abondant dans les terres végétales, dans l'humus, la marne, la craie, &c. mais dans les plantes qu'on fait végéter dans l'eau pure, d'où viendra la ſubſtance charbonneuſe? On répondra peut-être encore qu'il y a eu toujours une certaine quantité d'air acide dans l'eau. Mais l'eau diſtillée ne contient point d'air acide & ne précipite point l'eau de chaux. Les plantes néanmoins y végètent très-bien. Enfin l'air atmoſphérique ne contient jamais une quantité ſenſible d'air acide. Ainſi ni l'atmoſphère ni l'eau ne peuvent fournir cette ſubſtance charbonneuſe.

Mais ce qui eſt plus déciſif encore, c'eſt que nous avons prouvé qu'on ne peut ſoutenir que l'air acide contienne de la ſubſtance charbonneuſe. D'ailleurs il n'y a aucun moyen pour faire arriver cet être ſimple & non décompoſé juſqu'au végétal. Son exiſtence eſt donc abſolument ſuppoſée.

Nous allons maintenant paſſer à l'examen des principales ſubſtances qui ſe trouvent dans les végétaux.



DU CORPS MUQUEUX,
DU SUCRE,
DE LA PARTIE AMILACÉE, DES GOMMES, ET DES ACIDES VÉGÉTAUX.

CES différentes ſubſtances ont de grands rapports entr'elles. C'eſt pourquoi nous allons les traiter dans le même Chapitre, pour ne pas trop allonger cet Ouvrage.

La canne à ſucre, dans ſa maturité, écraſée donne une grande quantité d'un ſuc doux & ſucré, qui eſt un vrai corps muqueux. Mais il a quelques qualités particulières ; par exemple, ſi on l'épure & qu'on le rapproche à un certain degré, il criſtalliſe ſous la forme d'un octaèdre le plus ſouvent tronqué. Mais les criſtaux enlevés, il reſte une matière plus épaiſſe ſirupeuſe dont une partie ne peut criſtalliſer. C'eſt une partie extractive étrangère au ſucre, & qui contient d'ailleurs une portion glutineuſe. On peut retirer du ſucre de pluſieurs autres plantes, par exemple, des carottes, de l'érable, du bouleau, &c. Mais ſouvent il eſt en ſi petite quantité dans les plantes, qu'on a de la peine à le dégager des autres principes.

Toutes les autres plantes dont la consistance n'est pas ligneuse, peuvent être traitées comme la canne. En les écrasant, les broyant & les exprimant, on obtient un suc plus ou moins doux, plus ou moins muqueux. Les plantes malvacées, par exemple, telles que la mauve, la guimauve, &c. la grande consoude, &c. donnent un suc épais, gluant, doux & même fade.

Chez d'autres plantes, comme les épinards, la bette, &c. le suc est moins fade, quoique toujours doux.

On ne retire de quelques-unes qu'un suc amer, comme des artichaux, ou acerbe, comme des fruits peu mûrs, ou plus ou moins acide, comme d'un grand nombre de fruits, des cerises, des prunes, des pommes, des poires, du raisin.

Enfin, toutes les plantes dont la consistance est trop ferme & presque ligneuse, ne donnent point de sucs de cette manière. Il faut les faire infuser ou bouillir dans l'eau.

Mais tous ces sucs ne contiennent point le corps muqueux pur. Il est toujours mêlangé avec d'autres principes de la plante, telle qu'une partie extractive, de la matière glutineuse, quelquefois des sels essentiels, &c.

Les semences d'un grand nombre de plantes, sur-tout des familles des graminées & des

légumineuſes, contiennent auſſi une grande quantité de corps muqueux. En les écraſant ſous des meules ou des pilons, on obtient une farine plus ou moins blanche. Cette farine contient trois parties principales ; 1°. la partie amilacée ou fécule, 2°. une partie vraiment ſucrée, 3°. la partie glutineuſe ou végéto-animale. L'on eſt parvenu à ſéparer ces trois ſubſtances par des procédés particuliers.

En lavant la farine en grande eau, il ſe précipite une ſubſtance blanchâtre, qui eſt la partie amilacée ou amidon. Sa couleur eſt pour lors un peu griſe par une portion de matière glutineuſe. Mais les amidoniers ſavent en ſéparer cette partie, en la laiſſant un peu fermenter & la faiſant ſéjourner dans une eau légèrement acide. Ils obtiennent pour lors la partie amilacée parfaitement blanche.

On peut retirer de preſque toutes les plantes une partie amilacée par le même procédé. On les écraſe, enſuite on les lave en grande eau, & il ſe dépoſe une maſſe pulvérulente plus ou moins colorée, ſuivant la nature de la plante. C'eſt ce qu'on appelle communément fécule, qui n'eſt qu'une eſpèce d'amidon.

Cette ſubſtance, quoiqu'en apparence inſoluble dans l'eau froide, peut cependant s'y diſſoudre juſqu'à un certain point, lorſqu'elle

eſt chaude. L'empois eſt une diſſolution d'amidon, & en prenant une petite portion d'empois qu'on étendra de beaucoup d'eau, on obtiendra une diſſolution aſſez tranſparente.

L'amidon contient toujours une portion ſucrée. M. Poulletier de la Salle, en faiſant évaporer l'eau où il avoit lavé beaucoup de farine, en a obtenu une matière viſqueuſe & vraiment ſucrée.

Enfin il eſt d'autres plantes, telles que le pêcher, le ceriſier, l'amandier, &c. qui donnent naturellement un autre ſuc, qu'on appelle gomme. Cette gomme eſt douce au goût, ſe diſſout dans l'eau comme le mucilage, mais n'a pas le goût ſucré, & on n'a encore pu en retirer du ſucre.

On voit que toutes les différentes parties des plantes contiennent de la ſubſtance dont nous parlons, du corps muqueux. Mais on ne l'obtient jamais pur, parce qu'il eſt toujours mêlé avec d'autres principes de la plante, tels que la partie extractive, de la ſubſtance glutineuſe, & ſouvent des ſels eſſentiels.

Mais ce que nous devons ſur-tout obſerver, c'eſt que ces différentes ſubſtances, quoiqu'ayant de grands rapports, préſentent cependant des différences conſidérables. Le mucilage de la guimauve n'eſt point la même choſe que le ſuc

des pommes, des poires, du raifin, &c. Le fucre diffère encore de l'un & de l'autre. Enfin l'amidon & la gomme ont auffi des caractères particuliers. Mais paffons à leur analyfe.

J'ai mis demi-once de fucre royal dans une cornue affez petite pour que fon fond en fût prefque tout rempli, & qu'il ne reftât de vide que fon col, que j'ai plongé dans l'eau, & j'ai procédé à la diftillation. Le fucre s'eft bourfouflé, en forte qu'il en a coulé une partie par la cornue. Il a paffé en même-tems de l'air que j'ai reçu dans une première cloche. Il s'eft enfuite dégagé une vapeur blanche & beaucoup d'air, que j'ai reçus dans une feconde cloche. Enfin, la diftillation continuée, il a paffé un phlegme acide & de l'huile, & l'air a continué de fe dégager. J'en ai eu 50 pouces.

J'ai répété l'expérience dans une plus grande cornue, avec l'appareil de M. Woulfe, pour avoir l'acide & l'huile purs, j'ai eu les mêmes réfultats. J'ai recueilli 105 pouces d'air. Mais on ne peut pas dire qu'on ait par ces procédés retiré tout celui qui eft contenu dans le fucre; car il en demeure encore beaucoup dans la matière charbonneufe. D'ailleurs, comme cet air contient beaucoup d'air acide, une partie eft abforbée à mefure qu'il fe dégage.

Enfin, il paffe une portion d'acide & d'huile

dans le récipient. Ces deux portions soumises à une nouvelle distillation, se décomposent encore & fournissent de nouvel air.

Mais ce qui nous intéresse le plus ici, est d'avoir une liqueur acide, sans accès de l'air extérieur, & seulement par le dégagement de l'air inflammable. Car la petite portion d'air, qui, dans la première expérience, étoit dans le col de la cornue peut être négligée, puisqu'elle a été chassée par les premiers coups de feu.

J'ai ensuite essayé l'air que j'avois obtenu, & j'ai pris celui de la seconde cloche comme étant plus pur.

J'en ai fait passer 600 parties dans un flacon de 24 pouces plein d'eau de chaux & l'ai bien agité toujours dans l'eau, il y a eu 152 parties d'absorbées. Ce qui annonce qu'il contenoit un quart d'air acide, indépendamment de ce qui avoit déjà été absorbé dans l'eau de la cuve.

J'en ai pris une mesure de ce dernier, dépouillé de son air acide, que j'ai mêlée avec une mesure d'air nitreux. Le résidu a été dans plusieurs expériences 1,65, 1,70, 1,75, 1,78. Ainsi cet air contient donc constamment une portion d'air pur.

J'ai renversé la première cloche, & y ai plongé une bougie allumée. L'air a brûlé avec une belle flamme bleue sans détonation.

J'ai pour lors pris deux mesures de celui qui avoit été bien agité dans l'eau de chaux, & une d'air pur, que j'ai fait passer dans l'eudiomètre à air inflammable, la détonation faite, il y a eu un résidu de 1,00, 0,99.

Le sucre donne donc à la distillation, 1°. un phlegme acide, 2°. de l'huile, 3°. de l'air pur, 4°. de l'air inflammable, 5°. de l'air acide, 6°. de l'air impur, 7°. enfin un charbon spongieux.

J'ai également distillé d'autres sucs muqueux, par exemple, le suc de guimauve. Il m'a donné des résultats analogues à ceux du sucre.

Une once d'amidon mise dans une cornue de huit onces, s'est d'abord un peu brunie, puis il a passé quelques vapeurs. Mais à mesure que la matière a été chauffée, elle s'est boursouflée; les vapeurs sont devenues épaisses, blanches, & il a passé beaucoup d'air. J'en ai eu 185 pouces. Mais ici comme dans la distillation du sucre, les mêmes causes empêchent qu'on puisse dire qu'on a eu tout l'air.

Cet air, essayé comme celui du sucre, présente les mêmes phénomènes. Il contient beaucoup d'air acide, & précipite abondamment l'eau de chaux. J'en ai reçu dans une petite cloche de celui qui sortoit de la cornue, & l'ayant laissé refroidir dans l'eau de la cuve, j'en

J'en ai introduit 200 parties dans le tube de l'eudiomètre. Au bout de 24 heures elles ont été réduites à 1,54.

Cet air brûle aussi avec une belle flamme bleue. Deux mesures détonées avec une d'air pur ont donné 0,99.

Enfin, essayé à l'air nitreux, une mesure & une d'air nitreux ont donné 1,62, 170.

Il paroît par ces analyses que tous ces différens corps muqueux, sont composés d'eau, d'acides & d'huiles; ce sont ces acides & ces huiles qui, en se décomposant, fournissent cette quantité des différens airs, & la partie charbonneuse.

L'huile paroît être de la nature des huiles inessentielles, dont nous parlerons bientôt.

Mais quel est cet acide? Est-il le même dans les différens corps muqueux? Cet acide existe-t-il comme acide dans ces substances? Ou s'est-il combiné dans la distillation avec quelqu'autre principe qui lui ait donné les qualités acides, par exemple, avec l'air pur?

Il ne paroît pas qu'il puisse se trouver quelque chose dans la distillation, qui ait pu le faire passer à l'état d'acide. Car les cornues dont je me suis servi étoient très-petites, presque remplies, en sorte qu'il n'y avoit qu'une très-petite portion d'air atmosphérique : cette petite

portion a passé sous la cloche dès les premiers coups de feu. Elle n'a donc pu contribuer en rien à la production de l'acide. Mais pour répondre parfaitement à cette objection, j'ai répété l'expérience de la manière suivante.

J'ai mis une once de sucre royal dans une de mes petites cornues. J'y ai ensuite versé du mercure, & ai bien agité pour faire dégager tout l'air. J'ai renversé le bec de la cornue dans le bain de mercure, & l'ai exposé au feu. J'ai reçu tout l'air sous des cloches pleines de mercure. J'en ai obtenu 1,99 pouces; j'en ai pris 600 parties que j'ai bien agitées dans l'eau de chaux. Elles ont été réduites à 4,29 parties. J'en ai mêlé 100 parties avec 100 parties d'air nitreux, le résidu a été 1,65. Ce qui indique que cet air contenoit 0,10 parties d'air pur. Enfin j'ai fait détonner 200 parties, avec 100 parties d'air pur, le résidu a été 1,00. Mais 200 parties d'air inflammable pur ne laissent ordinairement que 0,20, & même moins lorsqu'il est bien pur. Celui-ci contient donc de l'air impur, savoir environ 0,60 parties.

On peut donc retirer d'une once de sucre royal environ 200 pouces d'air, dont 0,20 parties d'air pur, 0,63 d'air inflammable, 0,57 d'air acide, & 0,60 d'air impur.

Il y avoit d'ailleurs un acide développé, une huile & une ſubſtance charboneuſe.

Mais pour avoir des notions plus exactes ſur tous ces objets, il faut ſuivre la marche de la nature dans la formation des végétaux.

Une plante qui commence à germer, & à ſe développer eſt purement aqueuſe, & n'a qu'une ſaveur inſipide, & un peu herbacée. Mais à meſure qu'elle prend de l'accroiſſement, ſes ſucs acquièrent de l'énergie. Enfin ils arrivent à leur degré de perfection. Mais obſervons cette progreſſion dans les fruits, où elle eſt encore bien plus ſenſible.

Une pomme dans les premiers momens qu'elle vient d'être formée, n'a preſque aucune ſaveur, & eſt toute aqueuſe. En groſſiſſant elle devient acerbe, ou aigre. C'eſt une ſaveur acide modifiée. Enfin à ſa maturité cet acide diſparoît preſque entièrement au moins dans les bonnes eſpèces, & on en peut retirer un mucilage, un corps muqueux capable de fermenter, enfin une gelée très-douce. Ce corps muqueux n'eſt autre choſe que l'acide qui à la ſeconde période étoit fort pénétrant, & qui enſuite s'eſt neutraliſé. Le raiſin préſente les mêmes phénomènes d'une manière peut-être encore plus frappante. Dans le principe il eſt purement aqueux. Il devient enſuite un acide aſſez puiſſant, dont on

fait le verjus. Enfin à sa maturité cet acide disparoît absolument, & on a un corps muqueux très-doux. Cependant il est quelques espèces de raisins qui conservent toujours un peu d'acide. Un grand nombre d'autres fruits sont dans le même cas, tels que les cerises, la groseille, le citron, &c.

Quelques autres plantes présentent des phénomènes différens. Les graminées, par exemple, au nombre desquels sont le maïs, la canne à sucre, les légumineuses, &c. n'ont jamais un acide aussi développé. Leurs premières feuilles ont d'abord un goût herbacé, qui devient ensuite plus ou moins doux, plus ou moins sucré. Quelquefois il tire un peu sur l'acerbe. La tige des graminées monte ensuite. La partie sucrée est sur-tout sensible aux nœuds, & à la partie de la tige un peu au-dessus du nœud, qui s'emboîte dans la feuille qui accompagne le nœud. Mais cette feuille même, & la partie de la tige qui est au-dessous du nœud conservent le goût herbacé un peu acerbe ; enfin l'épi paroît ; les semences se forment. Elles sont d'abord remplies d'une substance laiteuse, qui est une espèce de mucilage. Cette substance prend de la consistance, & devient de la farine. Mais ce qu'il faut bien observer, c'est que la plante mûrit dans la partie inférieure, & la

partie sucrée n'y est plus sensible au goût. Il ne demeure qu'une paille presque sans saveur, tandis que la partie supérieure conserve la saveur sucrée. C'est une observation que j'avois faite depuis long-tems sur tous les gramens, & que M. Dutrone de-la-Couture a très-bien développée relativement à la canne à sucre. Enfin lorsque les semences sont mûres, toute la partie sucrée paroît s'y être condensée, & la plante n'offre plus qu'une paille ou corps ligneux qui a peu de saveur, mais qui néanmoins contient beaucoup du corps muqueux altéré, qu'on peut retirer par infusion ou décoction.

La plûpart des bois présentent les mêmes phénomènes; leurs jeunes rameaux conservent de la saveur; mais la partie ligneuse en a peu. Cependant elle contient beaucoup de principes. Car à la distillation on en retire beaucoup d'acide, d'huile, d'alkali, &c.

On voit par cette énumération qu'il seroit inutile de porter plus loin, que toutes les plantes paroissent d'abord composées d'une sève aqueuse insipide. Cette sève devient bientôt ou sucrée, ou acerbe, ou acide. Cet acide se développe de plus en plus. Enfin arrive le terme de la maturité, où cet acide disparoît chez un grand nombre de plantes, c'est-à-dire,

qu'il se neutralise, car on peut le faire reparoître par différens procédés.

Chez d'autres plantes cependant l'acide ne se masque jamais au point de disparoître, & il ne peut parfaitement se neutraliser. C'est ce qui forme les acides végétaux proprement dits, & dont nous allons nous occuper. Nous ne parlerons point ici des acides minéraux contenus dans les plantes, tels que l'acide vitriolique, l'acide nitreux, l'acide marin, ni de l'acide phosphorique, ni des alkalis. Nous en traiterons à l'article des sels essentiels.

Les acides végétaux proprement dits, sont ceux qui dans la plante même présentent toutes les qualités des acides; tels que les acides du citron, de la groseille, du berberis, de l'oseille, &c. On ne sauroit nier que ces acides n'existent dans la plante même.

Le célèbre Schéele, qui a jetté un si grand jour sur tous les objets qu'il a traités, s'est beaucoup occupé des acides végétaux, & nous a appris plusieurs vérités précieuses. Il nous a fait voir que ces acides sont le plus souvent unis à une partie mucilagineuse, dont il est parvenu à les débarrasser. Il a pris, par exemple, l'acide du citron qu'il a saturé avec la terre calcaire. Ce sel citronien calcaire s'est précipité. Il l'a lavé dans une petite quantité d'eau distillée;

enſuite il l'a fait diſſoudre dans une plus grande quantité d'eau chaude, & y a verſé un acide vitriolique très-foible. Celui-ci a enlevé la terre calcaire à l'acide citronien, qui eſt demeuré dans toute ſa pureté.

Schéele a enſuite comparé enſemble ces différens acides, & il a reconnu que l'acide d'oſeille, qui ſe retire le plus ſouvent de l'oxis ou alleluia, eſt le même que l'acide ſaccharin, & qu'il eſt combiné dans le ſel d'oſeille, avec une partie d'alkali du tartre. Ainſi je l'appellerai ſel oxalin de potaſſe avec excès d'acide. Ce même acide ſacharin ou oxalin ſe retrouve dans un très-grand nombre de plantes, comme dans l'oſeille, dans la rhubarbe, &c.

Mais il y a d'autres acides végétaux, que l'acide oxalin. Le célèbre chimiſte Suédois a fait voir que l'acide du citron ou citronien, que l'acide des pommes ou malummien, &c. en différoient juſqu'à un certain point.

Néanmoins il ſeroit peut-être poſſible de ramener tous ces différens acides végétaux à une ſeule eſpèce; ſavoir, à l'acide ſaccharin. Car Schéele a fait voir que lorſqu'on forme l'acide ſaccharin en diſtillant le ſucre avec l'acide nitreux, il y a une grande quantité d'acide des pommes ou malummien de formé. La gomme arabique, la manne traitées de même

donnent auſſi l'acide ſaccharin, & l'acide malummien, ainſi qu'un grand nombre d'autres ſubſtances végétales, telles que l'aloës, la racine de ſalop, le caffé, la rhubarbe, la noix de galles, &c. & cet acide malummien eſt enſuite changé en acide ſaccharin ou oxalin, en le traitant de nouveau avec l'acide nitreux.

L'acide citronien ſe trouve auſſi dans un grand nombre de végétaux, le *vaccinium*, le *ſolanum dulcamera*, le *berberis*, les groſeilles, les ceriſes, les framboiſes, &c. Il eſt vrai qu'on n'a encore pu l'amener à l'état d'acide ſaccharin. Mais il eſt vraiſemblable qu'il eſt cependant de même nature.

Quant à quelques autres acides végétaux dont on a fait des eſpèces particulières, elles rentreront auſſi dans celles-ci. L'acide du bois ou lignique, que M. Goettling a retiré du bouleau, n'eſt vraiſemblablement que celui du corps muqueux de ce bois. Peut-être que l'acide de la noix de galles ou du principe aſtringent, n'eſt que l'acide malummien modifié, qui par conſéquent reviendroit à l'acide oxalin ou ſaccharin.... Mais ces diſcuſſions nous meneroient trop loin. Nous verrons encore d'autres eſpèces d'acides végétaux retirés des huiles & des réſines.

Mais les corps muqueux, le ſucre, les

gommes, la partie amilacée, font auffi acides à une certaine période. Leur acide ne difparoît que lors de la maturité de la plante.

Je regarde donc tous les acides végétaux dans leur état naturel, comme des corps muqueux, dont la nature n'a pas pu faturer l'acide. Nous avons des raifins qui demeurent toujours acides, ainfi que plufieurs autres fruits.

Les mucilages, le fucre, la fécule, les gommes, feront le même corps muqueux, dont l'acide aura été faturé. Ainfi dans le raifin verd l'acide eft très-développé, & donne un verjus qui eft un acide affez actif. Mais par la maturité cet acide difparoît. On voit combien peu diffèrent les acides végétaux & le corps muqueux. L'analyfe confirme ces premiers apperçus.

Nous venons de voir que la plupart des acides végétaux ne font que l'acide faccharin ou oxalin. Or on retire le même acide des mucilages, du fucre & des gommes. C'eft une des belles expériences de Bergman.

Il prend une partie de fucre & trois d'acide nitreux qu'il met dans une cornue, & fait bouillir la liqueur. Il fe dégage une grande quantité d'acide nitreux, mêlé d'une portion d'air inflammable & d'air acide, & il lui refte une matière firupeufe très-acide. Il répète cette expérience une feconde & une troifième fois,

& il obtient pour lors des beaux criſtaux, qui ſont l'acide ſaccharin.

Les mucilages, les gommes, l'amidon, traités de la même manière, donnent le même acide, il n'y a que la quantité qui varie.

Or que ſe paſſe-t-il dans cette opération? Nous avons vu que l'acide nitreux ne donne de l'air nitreux qu'avec les corps qui contiennent de l'air inflammable. Le ſucre, les gommes, le corps muqueux, contiennent beaucoup d'air inflammable. Cet air ſe combinant en plus grande partie avec un des principes de l'acide nitreux, paſſe ſous forme d'air nitreux, & l'acide demeure à nud. C'eſt cet acide qui ſe trouve lors de la première expérience. Mais il contient encore beaucoup d'air inflammable. En ajoutant de nouvelles quantités d'acide nitreux, on le dépouille de cet air inflammable. En même-tems une portion de l'air pur de l'acide nitreux s'y unit, & on a pour lors l'acide ſaccharin dans toute ſa pureté.

Il paroît donc que dans toutes les ſubſtances mucilagineuſes, gommeuſes, ſucrées & amilacées, il ſe trouve un ſeul & même acide, l'acide ſaccharin, mais qui eſt maſqué par des parties étrangères. Il eſt combiné avec l'huile, l'air inflammable, ce qui le réduit à une eſpèce d'état ſavoneux, ou de ſoufre végétal. C'eſt

ce que prouve bien l'opération par laquelle on obtient l'acide faccharin. La grande quantité d'acide nitreux qu'on emploie, enlève au corps muqueux & au fucre fon air inflammable, qui paffe fous forme d'air nitreux. Mais en même-tems il lui donne une partie d'air pur, qui forme pour lors un acide avec excès d'air pur. C'eft en quoi l'acide faccharin differe de l'acide qu'on obtient du fucre en le diftillant. Dans cette dernière opération, on lui enlève feulement de fon air inflammable, ce qui fait paroître l'acide. Mais il ne peut paffer à l'état d'acide faccharin que par un excès d'air pur que lui fournit l'acide nitreux. Enfin, nous verrons ailleurs que cet acide faccharin peut paffer à l'état d'acide tartareux & d'acide acéteux.

La nature opère journellement dans la formation de l'acide oxalin qu'on retrouve dans un très-grand nombre de plantes, ce que l'art fait pour avoir l'acide faccharin, c'eft-à-dire, qu'elle unit au corps muqueux une grande quantité d'air pur qui le fait paffer à l'état d'acide oxalin.

Les différens corps muqueux diffèrent donc dans ces proportions d'air pur, relativement à l'air inflammable. Dans le mucilage des malvacées, par exemple, il n'y a pas affez d'air pur, & l'acide eft peu marqué. Auffi leur faveur

eſt fade. L'acide ſe fait plus ſentir dans les fruits, comme les pommes, les poires, les raiſins, dans le miel, le ſucre, &c. auſſi leur ſaveur eſt plus ſucrée. Enfin, dans les farines & les gommes, l'acide a été trop élaboré, & à la diſtillation on a de l'alkali volatil. C'eſt que l'acide eſt prêt à paſſer à l'état de *principe ſalin animal.* Mais indépendamment de ces différentes quantités d'air pur, il ſe trouve encore différens principes étrangers, mêlangés avec les corps muqueux & qui le modifient. Ces principes ſont la partie glutineuſe, la partie extractive, la partie colorante, des ſels eſſentiels, &c.

On a élevé ſur les acides retirés des gommes, des mucilages, du ſucre & de la farine, les mêmes queſtions que ſur les acides retirés du phoſphore & du ſoufre. Pluſieurs Chimiſtes regardent les acides végétaux comme compoſés de deux principes. L'un eſt l'air pur; l'autre une baſe acidifiable, qu'on aſſure être ſimple ou non décompoſée. Cette baſe acidifiable, unie à l'air pur, forme les acides végétaux.

Mais ce ſentiment ne me paroît pas fondé, & nous avons vu qu'en rempliſſant des cornues de ſucre, de gomme, de mucilage, & les ſoumettant au feu, on obtient un acide plus ou moins vif, & beaucoup d'air inflammable. Cet acide a été dégagé ſans accès de l'air

pur. Il exiſtoit donc acide dans ces ſubſtances.

Mais ces acides ſont encore très-chargés d'air inflammable. On les obtiendra plus purs en les diſtillant pluſieurs fois à une douce chaleur, ou en les diſtillant avec l'acide nitreux, qui emporte ſon air inflammable & leur fournit de l'air pur. Mais pour lors on a un acide saccharin, qui eſt peut-être avec excès d'air pur.

On a un autre procédé pour faire reparoître l'acide végétal du ſucre du corps muqueux ſans feu. C'eſt la fermentation. Du ſuc de raiſin, du ſucre, &c. aſſez étendus d'eau & dans une température convenable, ſubiſſent le mouvement de fermentation & paſſent à l'état d'acide. Il eſt vrai qu'on pourroit dire que dans la fermentation acéteuſe il y a abſorption d'air pur. Mais Schéele a fait du vinaigre ſans air pur.

Il a pris trois pintes de lait, dans leſquelles il a ajouté ſix cuillerées de bon eſprit de vin. Le vaiſſeau bien bouché a été abandonné à une chaleur douce avec l'attention de donner de tems en tems iſſue à l'air qui ſe dégageoit. Le lait ſe trouva converti en vinaigre au bout d'un mois.

J'ai répété cette expérience, & j'ai pris deux livres de lait & trois cuillerées d'eſprit de vin, dont j'ai rempli une bouteille, que j'ai bouchée avec un bouchon de liége. Le bouchon étoit

traversé par un tube de verre recourbé, dont l'autre extrémité plongeoit sous une cloche. Il s'est dégagé beaucoup d'air, mais celui de dehors ne pouvoit entrer dans la bouteille; & au bout de deux mois j'ai eu un petit vinaigre foible, sans accès de l'air pur.

Voilà donc plusieurs procédés dans lesquels le corps muqueux est changé en acide sans accès de l'air pur, mais seulement par le dégagement de l'air inflammable. Nous avons vu d'ailleurs qu'avant que d'être corps muqueux, doux & sucré, il a été acide, & qu'il n'est devenu doux que par la maturité. Il ne peut donc demeurer aucun doute que cette substance ne soit qu'un acide saturé ou neutralisé par l'air inflammable. Elle est d'ailleurs toujours combinée avec les autres principes de la plante.



DES HUILES VÉGÉTALES.

ON peut divifer les huiles végétales en deux grandes claffes, favoir les huiles éthérées, telles que les efprits recteurs ou effences, & les huiles effentielles ; fecondement les huiles dites graffes, que j'appellerai *ineffentielles*, telles que les huiles d'olives, d'amandes, &c. Ces huiles, quoiqu'ayant les plus grands rapports pofsèdent cependant quelques qualités qui les diftinguent.

Les huiles ineffentielles ou graffes font le plus fouvent liquides, telles que celles d'amandes, de pavot, de colfa, &c. Il en eft néanmoins qui font naturellement concrètes, tel eft le beurre de cacao. Mais quelques-unes des premières deviennent concrètes à un froid plus ou moins confidérable ; l'huide d'olives fe fige à un froid moindre que celui qui eft néceffaire pour congeler l'eau. J'en ai expofé à différens degrés de froid, il m'a paru qu'elle s'eft figée à 4 ou 5 degrés au deffus de zéro.

Toutes ces huiles contiennent un principe mucilagineux, qui leur eft étranger jufqu'à un certain point, & dont on peut les dépouiller. C'eft encore une des découvertes de Schéele, à qui la Chimie en doit tant d'autres. Ce n'eft

pas qu'on n'eût remarqué avant lui le dépôt considérable que faisoit l'huile d'olives & qu'on attribuoit, avec raison, à une partie mucilagineuse du fruit que l'huile entraînoit avec elle. Mais il a vu le premier que cette substance étoit un vrai corps muqueux, qu'il a séparé de l'huile par le moyen de la litharge, & dont il a retiré l'acide saccharin.

J'ai mêlé une once de litharge avec une demi-livre d'huile d'olives & y ai ajouté dix onces d'eau. J'ai fait chauffer doucement, en remuant avec un tube de verre. La litharge s'est dissoute. Il s'est déposé au fond du vase une partie épaisse qui n'étoit qu'un onguent formé par l'huile & la litharge. La capsule retirée du feu, il s'est amassé à la surface de l'eau une espèce de pellicule, qui au goût étoit très-sucrée.

J'ai pris deux gros de cette substance, que j'ai mélangés avec l'acide nitreux en suivant les précautions ordinaires pour faire l'acide saccharin, & j'en ai effectivement obtenu.

L'huile d'olives ainsi traitée & dépouillée de son principe doux, est beaucoup plus fluide, se congèle plus difficilement, est plus volatile, devient âcre, &c. enfin, se rapproche des huiles essentielles.

J'ai mis deux onces de cette huile dans une petite

petite cornue, & ai procédé à la distillation avec l'appareil pneumato-chimique. Il s'est élevé d'abord des vapeurs blanches, puis il s'est dégagé beaucoup d'air. J'en ai obtenu 65 pouces cubiques. Il a passé une huile semblable à celle qu'on obtient en distillant l'huile d'olives avec la chaux; à la fin de l'opération, il est monté une liqueur acide, & il est demeuré dans la cornue un enduit charbonneux.

J'ai répété l'expérience en plongeant le bec de la cornue immédiatement dans la cuve à eau, pour que l'air fût plus pur, & ne se trouvât pas mêlangé avec celui des vaisseaux. Il en a passé 71 pouces.

600 parties de cet air agitées dans l'eau de chaux, ont été réduites à 501, & l'eau de chaux a été précipitée, ce qui indique la quantité d'air acide qu'il contenoit. J'ai ensuite fait détoner dans l'eudiomètre deux mesures du résidu avec une d'air pur dans différentes expériences, le résidu a été 0,65, 0,70, 0,80, & il a un peu précipité l'eau de chaux. Il y a donc encore eu de l'air acide produit. Mais cet air acide déduit, il a dû y avoir 0,28, 0,30 d'air impur dans cet air inflammable, en supposant que cet air pur n'eût donné avec du bon air inflammable qu'un résidu de 0,12.

Mais pour savoir s'il n'y avoit pas aussi de

l'air pur, j'en ai mélangé une mesure & une d'air nitreux, le résidu a été 1,88, 1,89, 1,90. Ainsi il contiendroit 0,12, 0,10 d'air pur.

Ces résultats peuvent être regardés comme très-exacts, parce que la cornue étant fort petite contenoit par conséquent peu d'air atmosphérique. Mais ils varient un peu dans les différens momens de l'expérience. Lorsque la distillation est avancée, l'air inflammable paroît plus pur.

Les huiles inessentielles contiennent donc de l'air inflammable, de l'air acide, de l'air pur & de l'air impur; on ne peut en assigner la quantité, parce qu'il en demeure dans le charbon & qu'il passe de l'huile non décomposée. En prenant un terme moyen dans les différens momens de l'expérience, il paroîtroit qu'il y avoit dans cet air 0,16 d'air acide, 0,10 d'air pur, 0,11 d'air impur, & 0,63 d'air inflammable.

Mais ce que nous devons sur-tout observer, c'est la portion acide qu'on obtient, comme dans la distillation du corps muqueux. La plus grande différence que présentent ces deux substances, est que le corps muqueux contient plus d'acide, & l'huile plus d'air inflammable. Je regarde donc l'huile comme un acide végétal saturé par l'air inflammable.

Les huiles inessentielles exposées à l'air ac-

quièrent des qualités nouvelles comme l'on fait. Elles s'épaississent, deviennent âcres & rances. Pour m'assurer de ce qui se passoit dans cette opération, j'ai fait les expériences suivantes.

J'ai mis deux onces d'huile d'olives dans une capsule bien évasée, sous une cloche pleine d'air pur, & reposant sur l'eau. J'en ai mis autant sous une autre cloche pleine d'air atmosphérique.

Au bout de deux mois il y avoit eu une absorption d'air assez considérable. Mais elle ne peut être toute attribuée à l'huile, puisqu'il s'absorbe aussi par l'eau. J'ai introduit une portion de cet air dans l'eau de chaux, qui a été précipitée. Ce qui annonce qu'il y avoit eu de l'air acide produit. L'huile étoit devenue épaisse, avoit perdu sa transparence & avoit un goût très-rance. La même chose eut lieu sous la cloche d'air atmosphérique.

J'ai essayé cet air pur après l'avoir lavé dans l'eau de chaux. Une mesure & trois d'air nitreux ont donné 1,06; & auparavant la même quantité avoit donné 0,17. Une partie avoit donc été changée en air impur.

L'huile essentielle paroît différer jusqu'à un certain point de l'huile inessentielle, quoiqu'elle en rapproche dans les qualités principales, qui sont d'être combustible, d'avoir plus de vis-

cosité que l'eau, de lui être immiscible, de pouvoir se combiner avec les alkalis, les chaux, les acides, &c.

Elles diffèrent particulièrement en ce que les huiles inessentielles ont en général une saveur douce, ce qui les avoit fait appeler huiles douces; au lieu que les huiles essentielles sont âcres & caustiques. L'huile de canelle, celle de gérofle, &c. sont très-âcres. Mais il en est quelques-unes qui ont une causticité prodigieuse. Car les poisons les plus vifs du règne végétal, tels que celui dont les habitans des bords de l'Amazone empoisonnent leurs flèches, sont des huiles essentielles ou résines, plus ou moins actives. Mais leur saveur diffère de celle des acides qui est aigre, de celle des alkalis qui est brûlante, au lieu que la saveur de ces huiles est âcre.

Les huiles essentielles ne contiennent point de principe doux comme les huiles inessentielles.

Elles sont en général très-volatiles, cependant à des degrés différens.

Il est difficile de les décomposer par la distillation, à raison de cette volatilité. Pour les enchaîner, je les ai mêlangées avec du verre réduit en poudre, qui n'a pu les décomposer. J'ai versé dessus de l'huile de térébenthine. Le

mêlange a été mis dans une petite cornue, & soumis à la distillation, & dès qu'il a été échauffé, il s'est élevé des vapeurs blanches, ensuite il s'est dégagé beaucoup d'air. Ces vapeurs se sont condensées, & il a passé de l'huile & de l'acide. Voici donc un acide dégagé sans accès de l'air extérieur; car la petite portion qui étoit dans la cornue peut être négligée. Mais en même tems il a passé beaucoup d'air inflammable. Cet acide étoit donc neutralisé par cet air inflammable, c'est à-dire, qu'il étoit sous forme de soufre.

L'huile essentielle de térébenthine mise à distiller à un feu un peu vif, se décompose aussi en partie, avant qu'elle ait eu le tems de se volatiliser. J'en avois mis dans une cornue, & j'ai donné un bon feu. Une partie de l'huile a charbonné & s'est décomposée; j'en ai retiré 20 pouces d'air.

J'ai ensuite essayé cet air: 600 parties introduites dans de l'eau de chaux ont été réduites à 5,06.

J'en ai mêlé une mesure avec une d'air nitreux. Le résidu a été 1,89.

Enfin deux mesures détonées avec une d'air pur ont donné 0,70, 0,75.

On voit que cet air contenoit une grande quantité d'air inflammable. Toutes les autres

huiles essentielles donnent des résultats analogues.

L'air inflammable est en si grande quantité dans ces huiles, qu'elles en laissent échapper sans cesse une partie surabondante. On sait que la vapeur de la fraxinelle s'enflamme. On pourroit peut-être attribuer ce phénomène à une portion d'huile essentielle volatilisée. Mais l'huile de térébenthine donne un véritable air inflammable. M. Priestley ayant rempli à moitié un flacon d'huile de térébenthine, a observé qu'il s'en dégageoit de l'air inflammable.

Ces huiles sont altérées à l'air. Les mélezes, les pins, les sapins, laissent transsuder continuellement une huile essentielle qui s'épaissit à l'air, & fournit la térébenthine sous forme solide.

J'ai mis sous des cloches pleines d'air pur, de l'huile de térébenthine; l'air a été absorbé, & l'huile s'est épaissie, a perdu sa transparence & fait un dépôt poisseux, enfin, au bout d'un certain tems est devenue vraie résine.

J'ai ensuite essayé la portion d'air qui restoit. Une mesure & trois d'air nitreux ont donné 1,69, tandis qu'auparavant les mêmes proportions avoient donné 0,18. Ainsi l'air avoit été rendu impur, comme dans un grand nombre d'autres opérations.

J'en ai fait paſſer dans l'eau de chaux qui n'a pas été précipitée ; par conſéquent il ne contenoit point d'air acide.

Les baumes ſolides & les réſines ont d'abord été fluides, & ne ſe ſont épaiſſis que par le tems. Ils diffèrent donc peu des huiles eſſentielles ; ou plutôt ce ne ſont que des huiles eſſentielles qui ont pris de la conſiſtance par la perte d'une partie d'air inflammable, & l'abſorption d'une certaine quantité d'air pur.

Ces baumes & réſines, à la diſtillation, donnent les mêmes principes que les huiles eſſentielles, excepté que l'acide eſt plus pénétrant & plus abondant.

J'ai mis dans une petite cornue demi-once de benzoin, & j'ai procédé à la diſtillation. Le benzoin s'eſt bourſouflé & a fondu. Il s'eſt pour lors élevé une vapeur épaiſſe. Il a paſſé beaucoup d'air. Il s'eſt en même tems dépoſé dans le récipient un acide très-vif de l'huile, & il y a eu un peu d'acide ſublimé. Le benzoin a donc donné ſon acide par le ſeul dégagement de l'air inflammable ſans accès de l'air atmoſphérique. On doit donc le regarder également comme un ſoufre végétal.

J'ai auſſi diſtillé demi-once d'encens, il a paſſé de l'huile, de l'acide & beaucoup d'air.

Le ſuccin, le baume de tolu, &c. donnent

leur acide par le même procédé, & on en peut retirer d'un grand nombre d'huiles, de baumes & de résines.

Cet air éprouvé comme les autres contient de l'air acide, de l'air pur, de l'air impur, mais sur-tout beaucoup d'air inflammable.

On pourroit peut-être dire que ces résines & baumes ont absorbé beaucoup d'air pur pour parvenir à cet état, & que c'est cet air pur qui a développé leur acide. Mais les huiles essentielles les plus fluides nous ont présenté le même phénomène.

Il faut observer que pour avoir ces airs très-purs, je prends de très-petites cornues, dont je plonge le bec dans l'eau de la cuve sous la cloche, & même quand la substance est plus pesante que l'eau, comme le succin, je remplis la cornue d'eau distillée & qui a bien bouilli.

L'esprit recteur ou essence a quelques rapports avec les huiles, puisqu'il peut s'unir avec elles, ce qui ne fait pas l'eau pure. Les acides s'y unissent bien, mais ils les dénaturent, ainsi que les alkalis. L'esprit recteur bien loin de les dénaturer, paroît au contraire leur donner de la volatilité. Car une plante privée de son esprit recteur, ne donnera point d'huile essentielle à la chaleur de l'eau bouillante, au lieu

que ſi on lui rend ſon eſprit recteur, l'huile eſſentielle montera à ce degré de chaleur.

Cet eſprit recteur n'eſt jamais pur. Il emporte toujours avec lui des portions de la plante. L'eſprit recteur des plantes inodores volatiliſe une portion muqueuſe. De l'eau de laitue, de bourrache diſtillées, laiſſe dépoſer au bout de quelque tems une matière mucilagineuſe.

L'eſprit recteur des plantes odorantes volatiliſe une portion de l'huile eſſentielle. Quand on diſtille de la fleur d'orange ou autres ſubſtances aromatiques, il ſurnage toujours ſur l'eau une portion d'huile, qu'on a ſoin d'enlever.

Je regarde l'eſprit recteur comme un être moyen entre l'acide & l'huile. Il s'unit à l'eau comme l'acide, & à l'huile comme les autres huiles. Cependant il n'eſt point combuſtible, n'a pas de ſaveur, &c. Néanmoins il exerce une action très-vive ſur le ſyſtême animal.

Il a ainſi beaucoup de rapport avec l'eſprit-de-vin, dont il ne diffère peut-être que parce que celui-ci contient une beaucoup plus grande quantité des mêmes principes, ſous le même volume, ce qui le rend inflammable, lui donne une ſaveur vive, &c.

Mais pour mieux connoître la nature des huiles, obſervons comme nous avons fait pour

le corps muqueux, les procédés de la nature dans leur formation, & sur-tout dans les fruits dont on retire la plus pure.

Une amande, par exemple, dans les premiers momens, ne contient qu'une espèce de mucilage insipide. Il devient bientôt laiteux, & conserve toujours sa douceur primitive, enfin l'amande arrive à sa maturité. Il en est de même de la noix, de l'aveline, & de la plupart des fruits qui donnent de l'huile. Il y en a cependant quelques-uns, qui sont dans le principe très-acerbes, tels que l'olive avant sa maturité, &c. Mais ces substances n'arrivent à la semence qu'après avoir été élaborées dans le corps de la plante. Elles sont donc formées des mêmes principes des autres parties de la plante.

Nous avons vu que la plante ne contient que des sucs à peu-près insipides, que ces sucs en s'élaborant acquièrent des qualités, deviennent d'abord acerbes, aigres, enfin donnent les différens principes de la plante. Tous ces principes contiennent aussi des huiles, mais qu'on ne peut retirer qu'en les décomposant par la distillation.

L'huile paroît donc formée comme le corps muqueux, par l'acide ou la partie acerbe de la plante, qui par l'action des forces vitales se combine avec de l'air inflammable.

L'analyſe nous a fait retrouver les mêmes principes dans l'huile. Il ne peut donc demeurer aucun doute, qu'elle ne ſoit une eſpèce de ſoufre, c'eſt-à dire, un acide végétal ſaturé ou neutraliſé par l'air inflammable.

L'huile différera principalement du corps muqueux ou ſucré, parce qu'elle contient une beaucoup plus grande quantité d'air inflammable, & moins d'air pur. C'eſt cette grande quantité d'air inflammable, qui la rend combuſtible, immiſcible à l'eau, &c. comme le ſoufre, le phoſphore.

Les huiles préſentent de grandes différences entr'elles. Les ineſſentielles ou graſſes contiennent toutes un corps muqueux, qui leur donne des qualités particulières. Lorſqu'elles en ſont dépouillées, elles rapprochent de celles qu'on obtient du corps muqueux par la diſtillation; elles ſont âcres, cauſtiques, ont une odeur pénétrante & déſagréable, ſont ſolubles dans l'eſprit-de-vin, &c. Ces qualités leur ſont encore communes avec les huiles eſſentielles, dont elles diffèrent beaucoup dans leur état naturel.

Il paroîtroit donc que c'eſt la préſence du corps muqueux dans les huiles ineſſentielles, qui leur donne des qualités ſi éloignées de celles des autres. Cependant je crois que ce n'eſt pas la ſeule cauſe. Mais on ne peut les dépouiller de

cette partie muqueuſe que par le feu, ou en leur faiſant abſorber beaucoup d'air pur. Pour lors l'acide ſe développe davantage, & leur donne cette cauſticité qui les caractériſe. C'eſt donc principalement à cet acide plus abondant, qu'eſt due leur grande différence.

Ces idées que j'ai données des huiles ne ſont point admiſes par tous les Phyſiciens. M. Lavoiſier les regarde comme uniquement compoſées de ſubſtance charbonneuſe, & d'air inflammable. L'huile d'olives, par exemple, contient ſuivant lui 0,79 de charbon, & 0,21 d'air inflammable.

Mais je ne crois pas que ce ſentiment puiſſe ſe ſoutenir, & c'eſt ce que démontre l'expérience ſuivante que j'ai déjà rapportée. Du charbon qui a abſorbé de l'air inflammable, ou mêlé avec de l'air inflammable, eſt bien éloigné de faire des ſubſtances analogues aux huiles. Lorſqu'on éteint le charbon dans le mercure, & qu'on le fait paſſer dans de l'air inflammable, il en abſorbe, & on a pour lors un charbon, où on ne peut nier l'air inflammable. Or ce charbon eſt toujours charbon, & certainement n'eſt pas de l'huile. Je ne conçois même pas que du charbon & de l'air inflammable puiſſent jamais faire un fluide comme l'huile.

Au reste, j'ai déjà fait voir que dans les principes admis par M. Lavoisier, on pourroit prouver que l'huile n'est que de l'eau & du charbon, & que l'air inflammable qu'on en retire est dû à la décomposition de l'eau.

Enfin l'huile d'olives, dont parle spécialement M. Lavoisier, contient un corps muqueux qui est différent de l'huile.

On convient que l'air inflammable se trouve dans l'huile. Il me suffit donc de démontrer qu'il y est combiné avec un acide végétal. Or comment pouvoir nier, par exemple, qu'il se trouve de l'acide dans l'huile de térébenthine, dans le benzoin, dans le succin, &c. puisqu'en les distillant dans des vaisseaux fermés sans accès de l'air pur, on en retire des acides, & beaucoup d'air inflammable?

Il nous reste maintenant à rechercher quelle est la nature des acides végétaux, soit de ceux contenus dans les corps muqueux, tels que celui du sucre ou saccharin, celui des pommes ou malummien, celui du citron ou citronien; soit de ceux retirés des huiles, tels que l'acide du benzoin, du succin, &c. Nous y joindrons aussi l'analyse de l'acide tartareux & de l'acéteux, dont nous parlerons ailleurs. Ces analyses ont déjà été faites par plusieurs excellens Physiciens, tels que M. Fontana, &c.

Néanmoins plusieurs Chimistes soutiennent que les acides végétaux sont composés d'air pur, uni à une base qu'ils appellent acidifiable, & qu'ils regardent comme un être simple & non-décomposé. J'ai donc répété une partie de ces expériences.

J'ai mis dans une cornue demi-once de crême de tartre. J'ai obtenu 228 pouces d'air. Mais il en est encore beaucoup demeuré dans le résidu charbonneux. Cet air brûle avec une flamme bleue.

J'en ai pris 600 parties que j'ai bien agitées dans l'eau de chaux, elles ont été réduites à 437. Il y avoit par conséquent un peu plus du quart d'air acide.

Une mesure de ce dernier air ainsi dépouillé d'air acide, mêlée avec une mesure d'air nitreux, a laissé pour résidu 1,84, 1,82. Ainsi il y avoit environ 0,18 d'air pur.

Deux mesures mises avec une d'air pur dans l'eudiomètre à air inflammable, ont laissé après la combustion 1,98, 1,59. Ce résidu a précipité l'eau de chaux, & a été diminué de 0,04.

Ces résultats varient beaucoup dans les différens tems de l'expérience. A la fin, il y a moins d'air pur, & plus d'air inflammable. Car deux mesures détonnées avec une d'air pur;

m'ont donné quelquefois 0,98, & même 0,96, c'eſt lorſque la matière eſt preſque toute réduite en ſubſtance charbonneuſe.

Le vinaigre ſe décompoſe également. Pour y parvenir on le prend dans un état de combinaiſon avec les alkalis fixes. J'ai pris demi-once de ſel acéteux de potaſſe, que j'ai mis dans une cornue. Il a paſſé 130 pouces d'air qui contenoit de l'air acide, de l'air pur, de l'air impur, & de l'air inflammable, dans des proportions auſſi variables, que dans la crême de tartre.

L'acide du citron, & tous les autres ſucs acides des végétaux donnent les mêmes airs.

L'acide ſaccharin eſt également décompoſé par l'action du feu. Une demi-once m'a donné 168 pouces d'air; mais il a paſſé une liqueur acide. Ainſi tout n'a pas été décompoſé; d'ailleurs il reſte auſſi une ſubſtance charbonneuſe.

600 parties de cet air agitées dans l'eau de chaux, ont été réduites à 381. Ainſi il y avoit un peu plus du tiers d'air acide.

100 parties de cet air dépouillé d'air acide, & 100 parties d'air nitreux, ont donné 1,85, 1,82.

Enfin deux meſures de cet air détonnées, avec une d'air pur, ont donné 1,85, 1,96.

Tous ces réſidus varient auſſi ſingulièrement,

Les acides retirés des résines & des huiles, donnent à la distillation les mêmes produits que ceux des acides du corps muqueux.

Demi-once d'acide du succin m'a donné 187 pouces d'air; mais il reste aussi un charbon. Cet air est comme celui des acides, dont nous venons de parler, un mêlange d'air pur, d'air acide, d'air inflammable & d'air impur.

600 parties agitées dans l'eau de chaux, ont été réduites à 389.

Une mesure de ce dernier air, & une d'air nitreux, ont laissé un résidu de 1,83.

Deux mesures détonées, avec une d'air pur, ont donné 1,95.

Mais ces résultats varient aussi dans les différens momens de l'opération.

L'acide du benzoin se décompose difficilement, parce qu'il se volatilise. J'en ai cependant retiré de l'air analogue à ceux dont nous venons de parler, c'est-à-dire, contenant de l'air pur, de l'air inflammable, de l'air acide, & de l'air impur. Les acides de la gomme copal, du baume de tolu, & ceux de toutes les résines, des huiles, des baumes, se décomposent également, & donnent les mêmes produits.

Ces expériences dont on ne sauroit révoquer en doute la certitude, font voir qu'on ne peut

peut ſoutenir que les acides végétaux, ſoient compoſés d'air pur, & d'une baſe qui ſoit un être ſimple & non-décompoſé. L'air pur s'y trouve; mais cette baſe ſimple & non-décompoſée eſt une ſuppoſition, puiſque nous avons décompoſé tous ces acides. D'ailleurs d'où viendroit dans une plante élevée dans l'eau diſtillée, par exemple, cette multitude de baſes ſimples, & non décompoſées?

Je regarde donc les acides végétaux comme compoſés, 1°. d'air pur, 2°. d'air inflammable, 3°. d'air phlogiſtiqué ou impur, 4°. d'air acide, 5°. du principe de la chaleur, 6°. d'eau. Quant à l'air acide, nous examinerons ailleurs s'il s'y trouve en nature, ou ſi celui qu'on en retire ne feroit pas une altération de l'air pur, qui dans l'opération auroit été changé en air acide.

Mais comment la nature forme-t-elle les acides végétaux? Nous avons beaucoup de peine à ſurprendre ſon ſecret dans la plupart de ſes opérations. Mais rapprochons d'autres faits.

Nous avons vu ailleurs que dans les nitrières, elle produit un grand nombre de ſubſtances ſalines, ſoit acides, ſoit alkalines, par le ſeul concours des airs; ſavoir, de l'air pur de l'atmoſphère, & de l'air putride: or cet air

putride est composé d'air inflammable, d'air acide, & d'air impur.

Nous retrouvons les mêmes airs dans l'œconomie végétale, l'air acide, l'air inflammable, l'air impur, & l'air pur. La nature pourra donc employer ces airs, pour former dans le végétal ce qu'elle forme dans les nitrières. Dans ce dernier cas, elle a besoin d'une base pour faire ces combinaisons. Cette base est la terre calcaire ou végétale. Dans les plantes elle retrouve la même terre qui lui servira également de base. Ainsi elle pourra opérer de même. Ce sera donc avec ces différentes espèces d'air, le principe de la chaleur, & l'eau qu'elle formera les acides végétaux, le corps muqueux, & les huiles, ainsi que tous les autres principes que contient la plante, & que nous allons examiner; & il n'est point nécessaire de supposer dans les végétaux cette multitude de bases acidifiables simples, & non-décomposées.

Mais tous les acides végétaux peuvent-ils être regardés comme un seul & même acide différemment modifié ? Nous avons vu que tous les acides connus du corps muqueux, excepté l'acide citronien, peuvent se convertir en acide saccharin, & nous verrons que cet acide saccharin ou oxalin passe ensuite à l'état

d'acide tartareux, & d'acide acéteux, & peut-être ramenera-t-on l'acide citronien à l'acide oxalin; en sorte qu'il n'y auroit qu'un seul & même acide dans tous les corps sucrés.

Il n'en est pas de même des acides des huiles, des baumes, des résines. On n'a encore pu les convertir en acide saccharin, ni les convertir les uns dans les autres. L'acide du succin paroît différent de celui du benzoin, de l'encens, de la gomme copal, ou du baume de tolu, &c.

Les acides végétaux doivent donc être divisés en deux grandes classes, ceux du corps muqueux, du sucre, de la partie amilacée, & des gommes, qui paroissent le même; & ceux des huiles, des résines, qui paroissent jusqu'ici être chacun un acide particulier.

Néanmoins il est certain qu'ils sont tous composés des mêmes principes, mais tellement modifiés qu'on n'a encore pu les convertir les uns dans les autres. Peut-être y parviendra-t-on par la suite.



DES SELS ESSENTIELS.

EN écraſant une plante, la broyant, & en exprimant le ſuc à travers un linge, ſi on le laiſſe enſuite expoſé dans un lieu frais, après l'avoir clarifié au blanc d'œufs, il ſe dépoſe des ſels particuliers qu'on a appelés ſels eſſentiels des plantes. Ces ſels varient dans chaque plante.

On peut les diſtinguer en deux genres.

Les premiers ſont des ſels, dont l'acide eſt un des trois acides dits minéraux, & une baſe quelconque. Par exemple, le *corona ſolis*, la pariétaire, contiennent beaucoup de nitre. Le tamariſque fournit du ſel de Glauber; le chêne du tartre vitriolé; l'abſinthe, l'hieble du ſel marin, & du tartre vitriolé. Toutes les plantes qui croiſſent ſur les bords de la mer, contiennent une grande quantité de ſel marin.

Voilà donc les trois acides minéraux, & les deux alkalis fixes exiſtans dans les plantes. Il s'eſt élevé une queſtion à cet égard. Ces acides & ces alkalis ſont-ils le produit de la végétation, des forces vitales? Ou ont-ils été apportés du dehors? Je ferai voir ailleurs que quoique dans certains cas, il puiſſe y en avoir de cha-

riés avec la sève, cependant les forces vitales produisent aussi certainement les acides minéraux, comme elles produisent les acides végétaux.

La seconde espèce de sels essentiels qu'on trouve dans les végétaux, & qui méritent peut-être plus particulièrement le nom de sels essentiels, sont formés d'acides végétaux; tel est, par exemple, le sel d'oseille, qui est retiré, dit-on, en plus grande partie de l'alleluia ou oxis. Cet acide, d'après les expériences de Schéele, ne paroît être que l'acide saccharin. On retire aussi des tamarins un sel acide particulier. Le tartre est encore un sel produit par la végétation. Car Rouelle le jeune a fait voir qu'il se trouvoit dans le suc de raisin, de poires, &c. avant la fermentation.

Ces sels acides rentrent dans la classe des acides végétaux dont nous venons de parler.



DE LA CIRE.

CETTE fubſtance diffère peu des huiles graſſes, puiſque celles-ci peuvent devenir concrètes, comme la cire, & que la cire devient liquide & brûle comme celles-là. Cependant elles ne ſe reſſemblent pas entièrement.

La cire eſt formée en partie par la nature. Les abeilles vont la recueillir ſur les plantes avec la propolis. Mais elle n'eſt pas encore vraie cire. Ces inſectes la mâchent, l'avalent; cette matière s'élabore dans leur eſtomac, & finit par acquérir ce qui lui manquoit pour devenir véritable cire. Cependant il eſt un arbre, le galé, qui donne une cire preſque parfaite.

J'ai eſſayé d'imiter cette production de la nature. Je mêlai de l'huile d'olives avec de l'acide nitreux foible, je remuai de tems en tems ce mélange avec un tube de verre, & au bout de quelques jours, j'apperçus que l'huile prenoit de la conſiſtance. Je continuai d'agiter le mélange, & au bout de deux mois, il avoit la conſiſtance d'une pomade ferme. Je le lavai pour lors dans l'eau, & enſuite j'eſſayai d'en faire brûler. J'en fis une petite bougie avec quelques fils de coton, & elle brûla parfaite-

ment comme la cire, d'une lumière douce & ſans fumée; enfin, elle avoit une légère odeur de cire.

J'ai répété l'expérience en mêlant le même acide nitreux foible avec de l'huile d'olives, & expoſant le mêlange à un certain degré de chaleur ſur un bain de ſable. Il faut que la chaleur ſoit très-modérée pour que l'acide n'exerce pas une action trop vive ſur l'huile. Néanmoins l'action de l'acide eſt toujours trop forte. Il ſe dégage beaucoup d'air nitreux & d'air acide; l'huile jaunit promptement, s'épaiſſit & acquiert toujours une petite odeur empireumatique. Il faut donc faire l'opération à froid.

Il paroît que l'acide nitreux ſe décompoſe, fournit de l'air pur à l'huile, & la rend ainſi concrète. C'eſt ce que nous avons vu qui arrive à l'huile qui eſt en contact avec l'air pur. Cependant il y a ici une différence. L'huile, en abſorbant de l'air pur, rancit & devient fétide, au lieu qu'avec l'acide nitreux, elle prend une odeur agréable. Cependant elle n'a pas encore tout-à-fait la conſiſtance de la cire.

M. Berthollet a auſſi donné de la conſiſtance à l'huile, par le moyen de l'acide marin avec excès d'air pur.

La nature paroît ſuivre le même procédé. Les abeilles avalent la cire, elle ſe mêle dans

leur estomac avec un acide léger, qui lui donne cette consistance ferme qu'elle a ; peut-être cet acide se décompose-t-il aussi.

M. Girtanner pense que le succin pourroit bien être une huile végétale que des fourmis auroient travaillée, comme les abeilles élaborent la cire.

Tous les autres acides s'unissent également avec l'huile. Mais leur action est trop vive, & elles noircissent presque toujours. L'acide vitriolique, par exemple, la noircit beaucoup ; ce qui a fait soupçonner que toutes les huiles minérales ont été ainsi noircies par cet acide dans les bitumes ; & ce qui le confirme, c'est qu'à la distillation on en retire le plus souvent de l'acide sulfureux. L'acide marin agit moins vivement sur l'huile ; cependant il la noircit aussi.

Enfin, les acides végétaux exercent sur l'huile une action plus douce ; & il paroît que celles qui sont concrètes ne doivent cette qualité qu'à un excès d'acide ou d'air pur qui développe leur acide propre.



DES EXTRAITS, EXTRACTO-RÉSINEUX, ET RÉSINO-EXTRACTIFS.

EN faisant long-tems macérer une plante dans l'eau, puis la faisant bouillir, l'eau se charge de ses différens principes. On exprime pour lors la plante, & on met la liqueur à évaporer doucement. On obtient une masse plus ou moins colorée, plus ou moins chargée. C'est ce que l'on appelle extraits.

Ces extraits varieront par conséquent suivant la nature de la plante. Ils contiendront 1°. la partie sucrée & muqueuse, 2°. une portion de la partie amilacée, 3°. enfin tous les sels neutres & essentiels, 4°. de la partie glutineuse, 5°. de la partie colorante.

Mais comme les huiles, les résines, la partie glutineuse & la partie colorante deviennent solubles en partie par l'intermède des sels neutres & de la partie muqueuse, on a de ces extraits, chargés d'huile & de résine, que M. Rouelle appeloit extracto-résineux; & résino-extractifs, lorsqu'ils étoient encore plus chargés de résine.

On voit que toutes ces eſpèces d'extraits ne ſont point des produits nouveaux, mais contiennent ſeulement une plus ou moins grande quantité des différens principes extraits du végétal. Nous ne répéterons donc pas ce que nous avons dit ſur ces ſubſtances.



DE LA PARTIE GLUTINEUSE.

Nous devons la découverte de la matière glutineuſe au célèbre Beccari. Keſſel Meyer, qui l'examina bientôt après, en découvrit quelques propriétés nouvelles. Enfin tous les Chimiſtes l'ont traitée depuis, & ont étendu beaucoup nos connoiſſances ſur cette ſingulière ſubſtance.

Pour obtenir la partie glutineuſe, on délaye dans l'eau une certaine quantité de farine de froment, dont on fait de la pâte, puis on lave cette pâte dans pluſieurs eaux; la partie amilacée ou fecule ſe précipite, & il reſte une maſſe blanchâtre, tirant un peu ſur le gris, qui a beaucoup de ténacité, d'un grain fin, reſſemblant juſqu'à un certain point aux parties animales tendineuſes ou aponévrotiques, &c. Cette matière fait ordinairement à-peu-près le quart de la farine de froment; les autres ſemences farineuſes n'en donnent pas à beaucoup près la même quantité; celles de ſeigle, d'orge, de farrazin, en donnent très-peu, & ſouvent point. Cependant elles en contiennent; mais la quantité en eſt ſi petite qu'on ne peut la ſéparer de la partie amilacée. Le riz en

contient beaucoup. On dit même que les Chinois ont une espèce de riz, dont ils tirent une substance assez dure pour faire une espèce de stuc, & sans doute, c'est la partie glutineuse de la plante.

Car cette substance glutineuse en se desséchant, prend beaucoup de consistance, est à demi transparente, elle se casse avec bruit, &c.

Rouelle le jeune, qui a beaucoup travaillé sur cette substance, en a fait une espèce de fromage qui ressembloit beaucoup au fromage de Gruyère; mais il paroît qu'elle contenoit encore un peu de partie amilacée, car la partie glutineuse seule passe tout de suite à la putréfaction.

Cette substance se conduit au feu comme les parties animales. J'en ai exposé des morceaux desséchés à la flamme d'une bougie: elle brûle presque comme le feroit de la soie ou toute autre substance animale, en pétillant, se liquéfiant, se boursoufflant, & enfin donne la même odeur.

J'en ai mis demi-once dans une cornue, avec l'appareil pneumato-chimique au mercure, il a d'abord passé un flegme d'une odeur fade, puis se chargeant d'une odeur d'alkali volatil, & une huile semblable à celle qu'on tire des matières animales, enfin beaucoup

d'alkali volatil concret. Il s'eſt dégagé 40 pouces d'air. Mais il en demeure encore dans le charbon. Cet air eſt un mêlange d'air inflammable, d'air acide, d'air impur, & d'air pur.

J'en ai agité 600 parties dans l'eau de chaux, qui ont été réduites à 4,60.

Une meſure de celui-ci & une d'air nitreux ont donné 1,91.

Deux meſures détonnées, avec une d'air pur, ont laiſſé un réſidu de 0,81.

Il faut remarquer qu'il demeure toujours dans cette ſubſtance une partie de matière amilacée.

Cette partie glutineuſe exiſtante dans les ſubſtances végétales, eſt un phénomène digne de la plus grande attention. C'eſt pour ainſi dire, une partie animale, qui ſe trouve dans le végétal. Elle ne donne point d'acide, mais ſeulement de l'alkali volatil.

L'alkali volatil eſt-il le produit du feu? Ou exiſte t-il en nature dans le gluten. M. Macquer rapporte un travail qu'avoit fait à cet égard M. Poulletier de la Salle, & qu'il avoit ſuivi conjointement avec MM. Rouelle & d'Arcet. M. Poulletier verſa, ſur du gluten frais, des acides nitreux & marin, & les a tenus ainſi des années entières. Ces Chimiſtes en retirèrent après un tems très-long des vrais ſels nitreux

& marins ammoniacaux. Il paroîtroit donc que l'alkali volatil existoit dans cette substance tout formé, à moins qu'il n'y eût été formé pendant ce long espace de tems, ce que je crois.

J'ai versé sur une demi-once de cette substance de l'acide marin, que j'ai préféré, parce que l'acide nitreux se décompose trop facilement; au bout de quinze jours j'ai décanté l'acide, & y ai versé un alkali fixe, & n'ai point obtenu d'alkali volatil.

Mais ce qui nous intéresse le plus dans ce moment, est la quantité & la qualité des airs qu'a donné cette substance à la distillation. Nous avons eu de l'air inflammable, de l'air fixe, une très-grande quantité d'air phlogistiqué, & une petite quantité d'air pur.

La partie gélatineuse, muqueuse, ou sucrée, donne au contraire une portion d'air pur plus considérable.

Quoiqu'il puisse exister dans cette substance une portion d'alkali volatil, le feu y en développe une beaucoup plus grande quantité, puisque cette substance à la distillation se change toute en alkali volatil, & ne donne point d'acide.

Un autre phénomène, est qu'on n'obtient plus les mêmes produits, si on distille la farine de froment toute entière. J'ai mis dans une

cornue une once de farine de froment, & je l'ai diſtillé avec l'appareil pneumato-chimique. Il a paſſé un phlegme légèrement odorant, il eſt devenu acide, puis a ſuccédé une huile, enfin l'acide s'eſt concentré. Il s'eſt dégagé beaucoup d'air ſemblable à celui des corps muqueux, & qui contenoit une partie d'air pur, qui peut être abſorbée par l'air nitreux.

Il eſt bien ſingulier que dans cette diſtillation on n'obtienne point d'alkali volatil, puiſque cette farine contient environ un quart de partie glutineuſe.

On pourroit croire que l'alkali volatil s'eſt combiné avec l'acide, & a formé un ſel ammoniacal. J'ai mêlangé dans la liqueur de la chaux vive, il ne s'eſt point dégagé d'odeur d'alkali volatil. J'ai ſoumis au feu ce mêlange, & pour lors il a paru de l'alkali volatil. Mais il y a apparence qu'il eſt un produit du feu.

D'ailleurs, l'huile diffère de celle de la matière glutineuſe. Ainſi, tout concourt donc à prouver que la plus grande partie de l'alkali volatil qu'on obtient dans la diſtillation de cette ſubſtance, eſt due au feu.

Voici, ce me ſemble, l'explication qu'on peut donner de ce phénomène. L'alkali volatil paroît compoſé d'air inflammable, d'air phlogiſtiqué, du principe de la chaleur, & ſur-

tout il entre peu d'air pur. La diſtillation de la farine fournit une portion d'air pur aſſez conſidérable, ainſi que les acides végétaux. Ce ſera donc cette partie qui empêche la formation de l'alkali volatil.

L'huile légère, d'un autre côté, n'eſt que l'huile imprégnée d'alkali volatil; tandis que l'huile peſante végétale eſt de l'huile imprégnée d'acide. Or dans la diſtillation de la farine n'y ayant point d'alkali volatil développé, il ne peut donc pas y avoir d'huile légère. Mais ce ſera ſeulement de l'huile peſante.

Enfin, M. Van-Bochaute a retiré de cette ſubſtance de l'acide phoſphorique. A la fin de la diſtillation, la vapeur fut lumineuſe & donnoit l'odeur de phoſphore.

C'eſt cette partie glutineuſe qui forme la fibre végétale. Elle eſt à peu près inſoluble dans l'eau, tandis que tous les autres ſucs végétaux s'y diſſolvent, excepté les huiles. Il n'y a donc que cette ſubſtance glutineuſe qui puiſſe donner de la ſolidité à la fibre. Nous la retrouverons dans le charbon.



DE LA PARTIE COLORANTE.

UNE plante qui naît, n'a ordinairement que la couleur blanche. Si on met dans l'eau ou dans du terreau humide, une femence, une graine, & que lorfqu'elle eft gonflée on l'ouvre, la plantule eft blanche. Mais à mefure qu'elle fe développe d'entre les cotiledons, elle fe colore fi elle a l'accès de l'air ou de la lumière, car à l'obfcurité elle conferve la couleur blanche. Cette couleur, d'abord en général d'un verd naiffant, quelquefois d'un rofe tendre, prend de l'intenfité. Le verd devient plus foncé & fe foutient ainfi tout le tems que la feuille eft bien portante. Mais enfuite la feuille peu à peu fe ternit, devient d'un rouge plus ou moins foncé, enfin tombe pour prendre la couleur de feuille morte. Cette marche eft celle qui s'obferve le plus fouvent dans les plantes. Ce fera par conféquent à celle-là à laquelle nous nous arrêterons plus particulièrement, quoiqu'elle fouffre beaucoup d'exceptions.

On fait que les plantes contiennent toutes une quantité plus ou moins grande de fer, qu'on retrouve dans leurs cendres après leur combuftion. C'eft une obfervation faite d'abord par

Lémeri & qui est constante. On y a aussi toujours trouvé une très-petite portion d'or & de manganèse. C'est d'après ces expériences, que j'ai cru pouvoir expliquer de la manière suivante la couleur des végétaux.

Une dissolution de fer précipitée par un alkali ou par la terre calcaire, est d'un verd plus ou moins foncé. Si on met ce précipité dans un flacon bien bouché à l'abri de l'air, il conserve sa couleur primitive. Mais si on l'expose à l'air libre ou à l'air pur, il attire cet air pur, la couleur verte disparoît, & une couleur ocreuse plus ou moins jaune, plus ou moins rouge, en prend la place. La même chose me paroît se passer dans la plante.

Lorsqu'elle est privée de la lumière, la végétation languit, ses sucs sont aqueux. Le travail de la nature n'est pas assez vigoureux pour produire du fer ni de l'alkali. La lumière lui est-elle rendue ? les forces vitales prennent de l'énergie, & produisent du fer & de l'alkali. Le fer dissous dans l'acide végétal, est bientôt précipité par l'alkali ou la terre végétale sous la couleur verte, plus ou moins foncée. Cette couleur prend de l'intensité, parce que tant que la végétation se soutient il y a nouvelle production du fer & nouveau précipité. Le fer est enveloppé dans les liqueurs de la plante, &

eſt ainſi garanti de l'action de l'air. Plus ces liqueurs ſeront épaiſſes & réſineuſes, moins il ſera ſuſceptible de recevoir l'impreſſion de cet élément. C'eſt pourquoi tous les arbres réſineux, tels que les conifères, le bouis, l'oranger, &c. conſervent conſtamment la verdure de leurs feuilles.

Mais chez les autres plantes, ceci n'a pas lieu. La grande quantité d'air pur que verſe la plante agit peu à peu ſur le métal & le précipite en une couleur plus ou moins rouge. Les feuilles du ceriſier, du ſumac, &c. deviennent d'un beau rouge; mais dans toutes les autres plantes, le fer eſt précipité ſous forme ocreuſe ſale, & la feuille prend la couleur dite feuille morte.

La même opération ſe fait dans l'intérieur de la plante, dont toutes les parties ſont d'un rouge jaune plus ou moins foncé. C'eſt ſurtout dans les plantes ligneuſes où cette couleur s'apperçoit & dans les groſſes branches ou le tronc & à leur centre. Car dans les jeunes rameaux & les plantes herbacées, le fer n'a pas eu le tems de s'y accumuler, ni dans l'aubier, qui conſerve ordinairement la couleur blanche. Les fleurs préſentent toutes ſortes de couleurs même dans la vigueur de la plante. C'eſt que leur tiſſu eſt ſi fin & ſi délicat, que l'air doit y avoir

un passage libre, & y produire promptement, ce qu'il ne fait que d'une manière lente dans les feuilles & le tronc. Ainsi toutes les nuances de rouge, de jaune, de verd sont dues à la même cause que nous venons de dire ci-dessus, & le bleu est sans doute produit comme le bleu de Prusse, par un alkali plus ou moins phlogistiqué.

Les variétés qu'on observe dans les couleurs des plantes, dépendront donc en partie de l'influence de l'air extérieur, & de celle de la lumière. L'action de la lumière est si sensible sur les couleurs qu'on ne sauroit nier qu'elle n'influe même beaucoup dans le végétal. Les fruits se colorent à la lumière ainsi que les fleurs, &c.

Les couleurs les plus solides, celles même retirées du règne minéral, sont altérées sans cesse par la lumière dans les étoffes, les tableaux, les bois, &c. &c.

Telle me paroît être la cause en général des couleurs des végétaux. Mais il seroit difficile d'entrer dans les détails. Cependant nous avons déjà des faits qui peuvent nous faire soupçonner des applications heureuses. Toutes les plantes ne paroissent pas agir de même sur les différentes espèces d'air. M. Priestley a prouvé que le chamenerion, plante qui aime les endroits frais, vivoit très-bien dans l'air inflammable & en absorboit beaucoup.

Or, nous savons que l'air inflammable exerce une action très-marquée sur les parties métalliques. Peut-être chaque partie d'une fleur panachée agit-elle différemment sur l'air? Absorbe-t-elle les uns, expulse-t-elle les autres? Ce qui pourroit faire concevoir d'où viennent ces grandes variétés de leurs couleurs, telles qu'on les observe dans un œillet, une renoncule, une tulipe, &c.

Toutes ces couleurs végétales se trouvent ensuite dissoutes chez la plante dans les différens sucs. Les mucilages, les extraits, les huiles, les résines, la partie glutineuse, sont tous plus ou moins colorés. Rouelle le jeune avoit cru que la partie colorante résidoit uniquement dans la partie glutineuse, parce qu'en laissant reposer de la matière colorante, il en avoit retiré les mêmes principes que de la partie glutineuse. Cette expérience prouve seulement qu'il y avoit de la partie glutineuse dans cette partie colorante.

Mais on peut avoir la partie colorante sans une quantité sensible de partie glutineuse. L'eau ne dissout pas une quantité sensible de cette substance, & cependant l'eau extrait la partie colorante. Il est vrai que l'huile, l'esprit-de-vin, l'éther, &c. s'en chargent également. Il faudroit donc plutôt la regarder comme une

matière qui est également soluble dans ces différens menstrues. Mais j'aimerois mieux dire qu'elle est un simple précipité du fer qui peut se dissoudre également dans les sucs gommeux comme dans les sucs huileux, & qu'on ne peut jamais obtenir qu'engagé dans les uns ou les autres.

S'il y a une quantité sensible de manganèse dans les végétaux, comme le croit Schéele, elle pourra aussi contribuer à leurs couleurs, ainsi que la petite portion d'or qui paroît s'y trouver.



DES PLANTES CRUCIFÈRES.

UNE obſervation conſtante nous apprend que la nature, dans toutes ſes productions, ſe ménage des paſſages de l'une à l'autre : elle y a mis ſouvent des nuances ſi légères, qu'on ne ſait ſi telle ſubſtance appartient à telle claſſe plutôt qu'à telle autre. Ceci eſt ſur-tout ſenſible dans les deux grandes claſſes d'êtres organiſés, les animaux & les végétaux.

Il exiſte un certain nombre de plantes dont les principes s'éloignent beaucoup de ceux des autres, pour ſe rapprocher de ceux des animaux. Ce ſont les plantes de la famille des crucifères, qu'on a appelées, par cette raiſon, *plantes animales*. Il y en a encore quelques-unes des autres familles qui fourniſſent les mêmes principes, telles que le porreau, l'ail, l'oignon, &c.

Toutes ces plantes ſe diſtinguent par une odeur vive & pénétrante, qu'on peut regarder comme leur eſprit recteur. Nous avons vu que cette odeur, dans certaines plantes, ſe rapproche de celle de l'air inflammable phoſphorique, par exemple, dans l'ail & quelques autres. L'acide phoſphorique a toujours cette odeur.

d'ail. Dans les crucifères cette odeur n'est plus la même, quoique également très-vive. Mais nos connoissances sont encore si peu avancées sur les esprits recteurs, qu'il nous est impossible d'assigner les causes de ces différences.

Ces plantes, à la distillation, donnent comme les autres, 1°. de l'eau ou un phlegme qui a l'odeur de la plante, 2°. de l'huile, 3°. un acide, 4°. de l'air inflammable, 5°. de l'air acide, 6°. de l'air impur, 7°. de l'air pur.

En continuant l'opération, il passe de l'alkali volatil en grande quantité.

Enfin Margraf, en tenant à un grand feu le résidu de cette distillation, a obtenu des signes manifestes d'acide phosphorique.

Cette analyse diffère peu de celle de la partie glutineuse, dont nous avons vu qu'on retire également de l'alkali volatil & de l'acide phosphorique. Quant à l'huile, à l'acide & aux différens airs, ce sont à peu près les mêmes que dans les autres végétaux : ainsi nous ne nous y arrêterons pas davantage.

Les semences de plusieurs de ces plantes donnent par expression, une huile douce ou inessentielle, absolument semblable à celle des autres semences, telles sont le colsa, le choux, la navette, &c. Il est cependant quelques-unes de ces huiles, comme celle de navette, qui

emportent avec elles une partie du principe volatil, âcre & piquant de ces plantes : mais il eſt étranger à l'huile dans laquelle il ſe trouve ſeulement diſſous.

Ces plantes diffèrent donc principalement des autres par la grande quantité d'alkali volatil & d'acide phoſphorique qu'elles donnent à la diſtillation. Il eſt vrai que la partie glutineuſe qui ſe trouve plus ou moins abondante dans toutes les plantes, donne auſſi de l'alkali volatil & de l'acide phoſphorique, mais en moindre quantité.

D'ailleurs il paroît que dans les plantes crucifères, l'alkali volatil & l'acide phoſphorique ne viennent pas principalement de leur partie glutineuſe, mais plutôt de leur partie odorante de cet eſprit recteur qui leur eſt particulier. C'eſt cette partie principalement qui les diſtingue des autres végétaux.

Mais quelle eſt la nature de cet eſprit recteur, de ce principe particulier ? Pluſieurs Chimiſtes voyant la grande quantité d'alkali volatil qu'on retiroit de ces ſubſtances, & comparant la volatilité de l'alkali volatil avec celle de ce principe volatil des crucifères, ont cru qu'il étoit de la nature des alkalis volatils, ou au moins qu'il en contenoit.

Ce sentiment ne me paroît pas fondé. Premièrement l'odeur des crucifères est entièrement différente de celle de l'alkali volatil. Il suffit de la comparer avec attention pour s'en assurer. Mais d'ailleurs je ne crois point que l'alkali volatil soit tout formé dans ces plantes, ou au moins s'il en existe, il est en très-petite quantité.

J'ai broyé de la racine de raifort & y ai ajouté un peu d'eau distillée. J'y ai versé de l'acide marin foible, que j'ai laissé digérer pendant 24 heures. J'ai décanté la liqueur que j'ai partagée en deux portions. J'en ai fait évaporer une dans une cornue & je n'ai point eu de sel ammoniac. Dans l'autre portion, j'y ai ajouté de la chaux vive en poudre, & il ne s'est point dégagé d'alkali volatil.

J'ai répété la même expérience avec les feuilles de cochlearia, j'en ai broyé dans un mortier de verre, en y ajoutant un peu d'eau distillée. J'ai pris une portion de ce suc, que j'ai mêlée avec de la chaux vive sans avoir aucun dégagement d'alkali volatil.

Dans une autre portion du même suc, j'ai versé assez d'acide marin pour que la liqueur fût sensiblement acide. Malgré cela l'odeur de cochlearia subsistoit toujours. Je l'ai laissé ainsi

pendant 12 heures. J'y ai ensuite ajouté de la chaux vive & de l'alkali fixe, sans obtenir aucun indice d'alkali volatil.

Au lieu d'acide marin, j'ai employé le vinaigre distillé, & j'ai toujours eu les mêmes résultats.

Je crois donc que les Chimistes qui ont obtenu du sel ammoniac dans ces expériences avoient fait éprouver un certain degré de feu à leur mêlange, ou avoient laissé subir un mouvement de fermentation. Car l'expérience suivante me paroît démontrer entièrement que ces plantes ne contiennent point d'alkali volatil, & que leur odeur & leur principe piquant ne sauroient venir de cet alkali.

Le suc de la pellicule extérieure des petites raves ou raiforts est bleuâtre. On sait qu'il est un des sucs végétaux dont la couleur soit le plus promptement altérée. J'ai pris de ces petites raves qui venoient d'être arrachées de terre, j'en ai enlevé cette pellicule extérieure & je l'ai étendue d'un peu d'eau distillée. La couleur en étoit d'un bleu un peu rougeâtre. J'y ai versé une goute d'alkali volatil caustique. Il a aussi-tôt verdi. Or puis l'alkali volatil change sa couleur bleue en verd, donc il ne se trouve point d'alkali volatil développé dans cette plante. Donc ce n'est point à cet alkali que sont dus son odeur & sa saveur.

Pour ſavoir ſi cet alkali volatil s'y trouveroit combiné ſous forme de ſel ammoniacal quelconque, j'ai verſé dans une autre partie du même ſuc, de l'alkali fixe : je l'ai mêlé avec une grande quantité de chaux vive, & jamais je n'ai obtenu le moindre indice d'alkali volatil.

Enfin j'ai verſé de l'acide marin dans du même ſuc de petites raves. Il a rougi promptement. Après 24 heures de repos, j'y ai ajouté de la chaux vive, & il ne s'eſt point dégagé d'alkali volatil.

Cependant les petites raves & ſur-tout cette pellicule, poſsèdent à un haut degré toutes les qualités des crucifères. Leur ſaveur eſt piquante, âcre ; leur odeur eſt pénétrante. Donc cette odeur ni cette ſaveur ne ſont point dues à l'alkali volatil.

D'ailleurs nous avons vu que l'odeur des plantes cepacées, telles que l'ail, le porreau, &c. approche plutôt de celle de l'air inflammable phoſphorique que de celle de l'alkali.

On peut donc conclure de toutes ces expériences que l'odeur, ni la ſaveur piquante de ces plantes ne ſont point dues à un alkali volatil tout formé. C'eſt un autre principe qui par le moyen de la chaleur ou de la fermentation putride paſſe facilement à l'état d'alkali volatil, mais qui n'en eſt pas encore. Ce principe ne

nous eſt pas encore connu ; & en général nous ignorons la nature de cet eſprit recteur, ou ſubſtance odorante des végétaux.

Il eſt ſoluble dans l'eau, dans l'eſprit-de-vin & toutes les liqueurs ſpiritueuſes. Celui des plantes crucifères l'eſt également, puiſqu'on fait des eaux ſpiritueuſes de coclearia, de creſſon, &c. Enfin, il eſt également ſoluble dans les huiles eſſentielles, puiſqu'il ſe trouve dans l'huile de navette, &c.

Cependant il paſſe à l'état d'alkali volatil, comme le font toutes les ſubſtances animales. Cela prouve donc ce que nous avons dit précédemment, que l'eſprit recteur des végétaux eſt une ſubſtance qui paroît participer & de la nature des acides & de celle des huiles. Mais dans celui-ci, l'acide eſt altéré comme dans tous les produits animaux, & paſſe facilement à l'état d'alkali volatil.

Seroit-ce l'acide phoſphorique qui ſe trouveroit dans ce principe, comme ſembleroit l'indiquer l'odeur des cepacées ? Il eſt certain qu'il y a ici une grande analogie entre ce principe & l'acide phoſphorique, ſur-tout l'air inflammable phoſphorique. Il eſt encore fort ſingulier que l'acide phoſphorique ſe retrouve ſi abondamment dans toutes les ſubſtances où ſe trouvent les principes de l'alkali volatil, comme-

dans ces plantes, dans la ſubſtance glutineuſe, dans les matières animales, &c. Ce ſont des analogies qui pourroient donner lieu à bien des réflexions. Mais il n'eſt plus permis de ſe livrer dans les ſciences à de ſimples conjectures; il faut des expériences directes.

Quelques-unes de ces plantes préſentent encore un principe nouveau dans le règne végétal, du ſoufre tout formé. C'eſt à M. Deyeux que nous devons cette découverte. Ce Chimiſte le retira d'abord de la racine de patience. Il la réduiſit en pulpe & la paſſa à travers un linge. La liqueur étoit jaune & trouble. Après 24 heures de repos, il ſe fit un dépôt d'une couleur jaune. Ce dépôt, deſſéché & mis ſur un fer chaud, a donné une flamme bleue ſemblable à celle du ſoufre, & l'odeur d'acide ſulfureux. M. Deyeux mit pour lors dans une cornue une autre portion du même dépôt, & ayant donné un degré de feu ſuffiſant, il ſe ſublima une poudre d'un beau jaune citron, qui étoit parfaitement ſemblable aux fleurs de ſoufre les plus pures.

Le même Chimiſte traita de même les racines de raifort ſauvage, & il en obtint également du ſoufre.

Voici encore un rapprochement fort ſingulier. Nous verrons le ſoufre ſe former dans

les foſſes d'aiſances, dans les cloaques où il y a beaucoup de matières animales en putréfaction, &c. Or, dans tous ces cas, il y a production d'alkali volatil. Le ſoufre ſe forme également dans les plantes crucifères, où tous les principes de l'alkali volatil ſe retrouvent.

Lorſqu'on a extrait des végétaux tous les principes que nous venons de voir, il reſte encore une ſubſtance qui eſt le charbon, dans laquelle il ſe trouve de la terre, des alkalis, des ſels neutres & des parties métalliques. Mais nous en parlerons en traitant du charbon des ſubſtances animales.

Fin du Tome premier.

